

JAHRBUCH AGRARTECHNIK

YEARBOOK AGRICULTURAL ENGINEERING

Herausgeber/Editor:
Prof. Dr. Ludger Frerichs



JAHRBUCH AGRARTECHNIK

YEARBOOK AGRICULTURAL ENGINEERING

Jahrbuch Agrartechnik / Yearbook Agricultural Engineering 2013

Band 25 / Volume 25

Vorwort

Auch das landtechnische Jahr 2013 wird mit dem neuen Band 25 des *Jahrbuchs Agrartechnik* überblickend zusammengefasst. Die erfolgreiche online-Veröffentlichung im Jahr 2012 erfährt nun seine Fortsetzung mit dieser Ausgabe, welche über die Homepage www.jahrbuch-agrartechnik.de für alle Interessierten zugänglich ist.

Besonderer Dank gilt den Autoren und Gutachtern der Jahrbuchbeiträge, die durch ihr ehrenamtliches Engagement das aktuelle Wissen der Landtechnikbranche interessant dargestellt haben. Auch ist der Agrartechnik-Community in der Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI für die Unterstützung bei der Erscheinung des *Jahrbuchs Agrartechnik* zu danken.

Ermöglicht wird durch die online-Veröffentlichung eine entgeltfreie Nutzung und Einsicht in die Jahrbücher für das internationale Publikum. Gerade für Auszubildende und Studierende der Agrartechnik bietet diese Publikationsform neue Möglichkeiten ihr Wissen weiter auszubauen.

Allen Leserinnen und Lesern bleibt noch zu wünschen, dass ihnen dieses Jahrbuch gute Dienste bei der Suche nach Informationen aus der Agrartechnik erweist und eine gute Übersicht verschafft.

Prof. Dr. Ludger Frerichs

Preface

The 25th volume of the *Yearbook of Agricultural Engineering* recapitulates the main development of agricultural technology in 2013. The successful online-publication in 2012 is being continued with this issue, which is approachable on the website www.jahrbuch-agrartechnik.de for all interested parties.

Our special thanks go to the authors and reviewer of the articles. They illustrated the present knowledge of the agricultural engineering in an interesting way. In addition we thank the Max Eyth Society on Agricultural Engineering of the VDI, the German society of engineering, who supports the publication of the yearbook.

The online-publication enables the use and the access free of charge for international users. Especially for trainees and students the yearbooks offer the possibility to broaden their mind.

May this yearbook be of good service for all readers in search of information and overview in agricultural engineering.

Prof. Dr. Ludger Frerichs

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2014.

Frerichs, Ludger (ed.): Yearbook Agricultural Engineering 2013. Braunschweig: Institute of Mobile Machines and Commercial Vehicles, 2014.

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055038>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de>

Die konjunkturelle Entwicklung der Landtechnikindustrie

Gerd Wiesendorfer, VDMA Fachverband Landtechnik

Kurzfassung

2013 war ein neues Rekordjahr hinsichtlich des Umsatzes für die Landtechnikbranche - sowohl weltweit als auch für Deutschland. Die Branche reitet auf einer Erfolgswelle aufgrund ihres Beitrags zur Erhöhung der Rendite in der globalen Landwirtschaft. In den Entwicklungs- und Schwellenländern gilt es, den Mechanisierungsgrad in Bezug auf die wichtigsten Arbeitsschritte für die Erzeugung von Nahrungs- und Futtermitteln zu erhöhen. An den Standorten mit bereits höchstmöglicher Mechanisierung, allen voran in Westeuropa und Nordamerika, treibt die technologische Entwicklung hinsichtlich Automatisierung und Vernetzung der Produktionssysteme die Nachfrage im Markt. Das Geschäftsklima in der Branche ist aufgrund der guten Auftragslage, mit der die Unternehmen in das Jahr 2014 starten konnten, als positiv zu bezeichnen. Die asiatischen Märkte werden 2014 weiterhin ein beachtliches Wachstum aufweisen, während für den amerikanischen und den europäischen Kontinent eine konjunkturelle Verschnaufpause zu erwarten ist. Die gesamte Produktion bleibt in der Summe jedoch vergleichsweise hoch.

Schlüsselwörter

Landtechnikmarkt, Konjunktur, Mechanisierung, Investitionsbedarf, Schwellenländer, Geschäftsklima, landwirtschaftliche Einkommen

Economic Development of the Agricultural Machinery Industry

Gerd Wiesendorfer, VDMA Agricultural Machinery Association

Abstract

2013 was a new record year in terms of revenue for the agricultural machinery industry - all over the world, as well as for Germany. The industry is riding on a wave of success due to their contribution to increase the return on investment in global agriculture. In the developing and emerging countries, it is essential to increase the level of mechanization with regard to the production phases of food and feed. On sites with already maximum mechanization, foremost in Western Europe and North America, the technological development in terms of automation and interconnected production systems is driving the demand in the market. The business climate in the industry is deemed to be positive due to the favorable order situation the companies started off the year 2014. The Asian markets will continue with considerable growth in 2014, while an economic temporary respite is expected for the American and the European continent. The production volume remains however relatively high in total.

Keywords

Agricultural machinery market, economy, mechanization, investment need, emerging markets, economic climate, agricultural income

Geschäftsklima

Seit 2010 führt das weltweite Netzwerk Agrievolution, ein Zusammenschluss nationaler Landtechnikverbände an den führenden Landtechnikstandorten, im Kreis seiner Mitgliedsunternehmen eine halbjährliche Umfrage bezüglich ihrer Bewertung der aktuellen Geschäftslage sowie der Erwartungen für die kommenden sechs Monate durch.¹ Der Charme dieses Projektes besteht darin, einen weltweiten Konjunkturindikator für die Branche zu erstellen, der die meist erst spät verfügbaren statistischen Ergebnisse vorzeichnet. Die bisherigen Resultate haben allerdings gezeigt, dass ein als globaler Durchschnitt dargestellter Wert nur einen geringen Aussagewert haben kann und der zusätzlichen regionalen Differenzierung bedarf. Zu unterschiedlich sind die Voraussetzungen und Entwicklungsschritte für den Verkauf moderner Landtechnik in den einzelnen Regionen und Ländern der Welt.

Selbst innerhalb Europas kann man nicht von "der" Landtechnik-Konjunktur sprechen. Zwar gibt es mit der Gemeinsamen Agrarpolitik der Europäischen Union einen einheitlichen Rahmen für die Förderung des landwirtschaftlichen Sektors. Dennoch weichen sowohl der reine Investitionsbedarf als auch die wirtschaftlichen Bedingungen der Landwirte und Lohnunternehmer stark voneinander ab. Das 2011/2012 vorherrschende "Nord-Süd-Gefälle" innerhalb Westeuropas hat sich mittlerweile abgeschwächt. Die aktuelle Marktentwicklung sowie das daraus abgeleitete Geschäftsklima sind nicht mehr geprägt von den Nachläufern der Wirtschafts- und Finanzkrise 2009, als vielmehr von den eher objektiven betriebswirtschaftlichen Voraussetzungen der Endkunden. Hinzu kommen eine unterschiedlich ausgeprägte gefühlte Unsicherheit in Bezug auf die künftige staatliche Förderung des Agrarsektors sowie einiger zusätzlicher für die Investitionstätigkeit entscheidende Rahmenbedingungen, wie z.B. attraktive Konditionen für die Fremdfinanzierung der zu beschaffenden Landtechnik.

¹ Nähere Informationen zum Netzwerk sind auf der Homepage der Organisation zu finden: www.agrievolution.com. Über ein eigenes Wirtschaftskomitee werden weltweite statistische Daten erfasst und die halbjährliche Befragung durchgeführt (Projektname: Agritech Business Barometer). Die Projektleitung liegt beim VDMA Landtechnik.

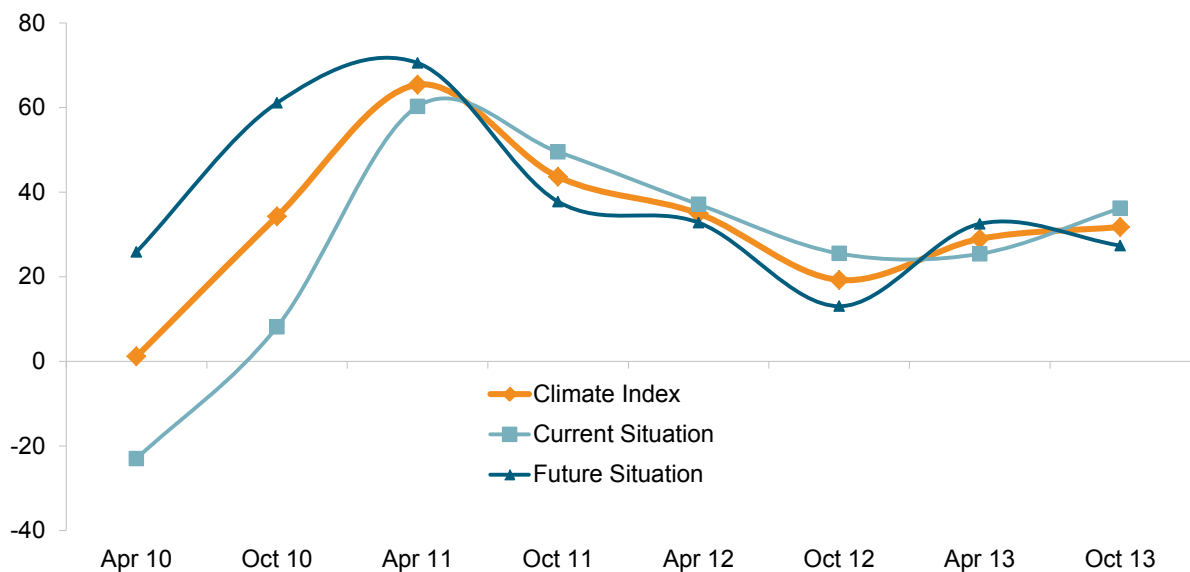


Bild 1: Weltweiter Geschäftsklima-Index für die Landtechnik-Industrie, mit einer möglichen Bandbreite von +100 bis -100 Punkten [1]

Figure 1: Global business climate index of the agricultural machinery industry, with a possible band from +100 to -100 points [1]

Die für die europäische Industrie sogar monatlich durchgeführte und in das erwähnte weltweite Projekt integrierte Geschäftsklima-Umfrage hat im Laufe des zweiten Halbjahres 2013 zum einen starke Schwankungen beim „Klimaindex“, zum anderen aber auch eine interessante Trendumkehr gezeigt. Zwei Länder, die in der ersten Jahreshälfte noch die Rangliste der Wachstumsmärkte anführten, rutschten in der Erwartung der Hersteller und Händler von Landtechnik innerhalb weniger Monate in die konjunkturelle Abstiegszone: Polen und Frankreich. Bei beiden Ländern handelt es sich um Märkte mit einer hohen Dynamik über die letzten Jahre. 2014 scheint eine Sättigung einzutreten; die Umsatzzahlen waren bereits in der zweiten Jahreshälfte 2013 rückläufig. Dagegen hat sich die Einschätzung, dass der spanische Markt aus der lange andauernden Rezession herausfindet, gefestigt. Deutschland – neben Frankreich der größte Markt innerhalb Europas – bleibt in der Gunst der Hersteller weiterhin ganz oben. Unverändert schwach ausgeprägt ist die Investitionsneigung der Landwirte in Italien, was sich auf die Erwartungshaltung der Unternehmen an den viertgrößten Landtechnikmarkt in Europa in negativer Weise überträgt. Zum Jahresende 2013 rechnete nur jeder fünfte befragte Hersteller mit einer Erhöhung seines Umsatzes in Italien im kommenden Halbjahr. Damit scheint der Markt, der sich bereits seit einem Jahrzehnt unterdurchschnittlich entwickelt hat, weiterhin keine besondere Dynamik zu entfalten.

Was die Ausstattung mit Aufträgen angeht, liegt die europäische Industrie im weltweiten Vergleich am unteren Ende: Die Reichweite, ausgedrückt in Produktionskapazität, lag bei der letzten Umfrage bei nur noch 1,9 Monaten. Damit zeichnet sich ab, dass Europa 2014 nicht zu den Zugpferden der Landtechnik-Konjunktur zählen wird.

Ein gleichbleibend hohes Niveau hat der Geschäftsklima-Index dagegen in Nord- und Südamerika. In der Herbst-Befragung 2013 gaben 68 Prozent der Landtechnikmanager in den Vereinigten Staaten an, ihre Geschäftslage sei durchweg gut bzw. sehr gut. In Brasilien waren es sogar 75 Prozent. Darin spiegeln sich erstaunliche Verkaufszahlen wider. In beiden Märkten wurden noch nie zuvor so viele Großtraktoren abgesetzt. Umso überraschender war das zusätzliche Befragungsergebnis, dass nach wie vor fast jeder zweite von einem weiteren Umsatzwachstum ausgeht und nur jeder Zehnte mit einem Rückgang rechnet. Zum Vergleich: In Westeuropa hielt sich zuletzt die Anzahl jener, die einen steigenden und einen rückläufigen Umsatz erwartet, die Waage. Die Auftragsbücher der Hersteller in den USA und in Brasilien hatten eine Reichweite von vier Monaten und lagen damit weltweit an der Spitze. Dabei trägt die Politik wesentlich zur Stützung des Marktes bei. In Brasilien sind die zinssubventionierten Kredite der staatlichen Förderbank BNDES ein wichtiges Verkaufsinstrument. Im Fall der USA spielen eher die Fördergelder für die Erzeugung von Bioethanol eine Rolle, zumal angesichts der hohen landwirtschaftlichen Erzeugerpreise das Hauptinstrument der landwirtschaftlichen Subventionspolitik, die Garantiepreise für Agrargüter, über die vergangenen Jahre aufgrund der am Markt zu erzielenden überdurchschnittlichen Erzeugerpreise ohne Relevanz geblieben sind.

Die Märkte auf dem asiatischen Kontinent sind naturgemäß ebenso heterogen wie die dortigen Volkswirtschaften. Den Schwerpunkt der Region bilden China und Indien – in dieser Reihenfolge. Die große Bevölkerung in beiden Ländern ist weiterhin stark bäuerlich geprägt, aber aus den wachsenden Megastädten schwappt ein höherer Druck hinsichtlich effizient produzierter und vor allem hohen Hygiene- und Sicherheitsstandards genügenden Nahrungsmitteln auf sie über. Die Erwartungen der chinesischen Landtechnikunternehmer an ihren Heimatmarkt waren bei der letzten Umfrage gut. Dennoch scheint sich das Wachstum nach Jahren mit zweistelligen Zuwachsraten merklich zu verlangsamen. 2013 gab es bereits rückläufige Verkaufszahlen in China, vornehmlich für die kleineren Anbaugeräte sowie die Kompakttraktoren. Immerhin ein Viertel der befragten Landtechnikunternehmen vor Ort berichtete zuletzt von einem geringeren Auftragsbestand als vor einem Jahr, während andererseits jeder Vierte Wachstumsraten von über 20 Prozent verzeichnete. In der Summe ergibt dies aber eben nur noch ein für asiatische Verhältnisse geringes Wachstum im Markt. Die Agrarpolitik wird in beiden Ländern – sowohl in Indien, als auch in China, grundsätzlich positiv bewertet, was nicht verwundert angesichts der enormen Summen, die in den Sektor fließen und manchen Geschäftsabschluss erst ermöglichen. Die indischen Marktteilnehmer verweisen jedoch stets auf die mangelhafte Administration und Zuteilung der öffentlichen Mittel. Ein ebenso komplexes System existiert in China für die Verteilung von jährlich immerhin etwa zwei Milliarden Euro an Subventionen, allein für die Beschaffung von Landtechnik. Das entspricht etwa einem Sechstel des (relevanten) Marktvolumens. Dafür lohnt sich auch ein kompliziertes Prozedere für die Hersteller, um ihre Maschinen auf die Subventionslisten zu bringen. Die Ernteresultate 2013 wurden sowohl in Indien als auch in China positiv bewertet, was sicherlich gute Voraussetzungen für das Neumaschinengeschäft 2014 sind.

Konjunkturelle Ausgangslage und Ausblick

Der VDMA schätzt die globale Produktion von Landtechnik im Jahr 2013 vorläufig auf 96 Mrd. Euro (bzw. 128 Mrd. USD), was einem Zuwachs um etwa sieben Prozent im Vergleich zum Vorjahr entspricht. Die Erwartung für 2014 ist eine insgesamt fast stabile Entwicklung und ein Volumen von etwa 94 Mrd. Euro.

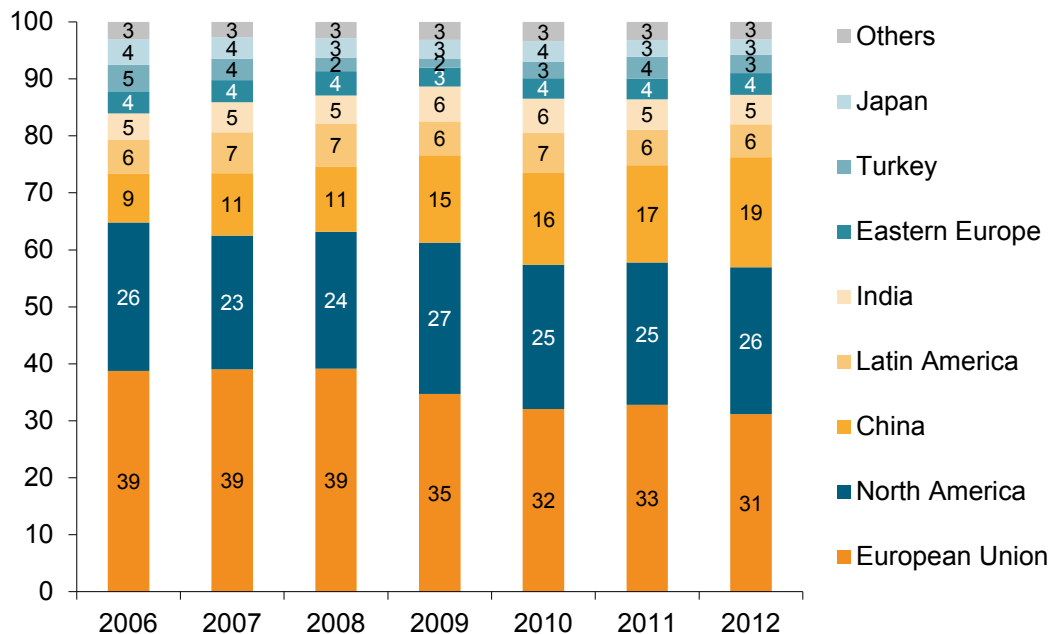


Bild 2: Regionale Verteilung der globalen Landtechnik-Produktion, in Prozent [2]

Figure 2: Global agricultural machinery production, shares in per cent [2]

Wenn auch mit abnehmendem Gewicht – der größte Standort für die Produktion von Landtechnik ist weiterhin die Europäische Union. Auf Deutschland entfällt ein regionaler Anteil von 34 Prozent, gefolgt von Italien und Frankreich. Zwar fielen die Wachstumsraten im zweiten Halbjahr 2013 geringer aus als im ersten, dennoch erreichte die deutsche Landtechnik-Industrie einen klaren neuen Rekordwert für ihr Produktions- und Umsatzvolumen. Nach bisheriger Schätzung liegt dieser bei deutlich über acht Milliarden Euro und entspricht einer knapp zweistelligen Zuwachsrates in Prozent. Damit lagen die deutschen Hersteller im weltweiten Trend, was insofern erstaunt, da sie fast kaum von der enormen Dynamik in Südamerika und nur zu einem geringen Teil vom Wachstum in Nordamerika und Asien profitieren. Die Auftragsbestände sind mittlerweile etwas gesunken. Vor dem Hintergrund eines erwarteten leichten Rückgangs der beiden wichtigsten Märkte, Deutschland und Frankreich, sowie einiger anderer europäischer Märkte im Jahr 2014 geht der VDMA höchstens von einer Stabilität des Umsatzes aus. Dies wäre nach wie vor ein sehr zufriedenstellendes Niveau. Der Produktionsstandort Italien erreichte 2013 einen leichten Zuwachs über das Vorjahresniveau – dank der hohen Nachfrage aus den wichtigen Exportmärkten. Etwas mehr hatte Frankreich seine Produktion gesteigert. Der VDMA schätzt

den Umsatzzuwachs für das Gesamtjahr 2013 vorläufig auf fünf Prozent. Angesichts des starken Heimatmarktes hätte er eigentlich auch höher ausfallen können. Die Umsatzprognose 2013 für die EU liegt bei 29 Mrd. Euro (plus vier Prozent) sowie bei 28 Mrd. Euro für 2014.

Auf gut 25 Mrd. Euro schätzt der VDMA das Volumen der nordamerikanischen Landtechnik-Industrie (USA und Kanada) für das Jahr 2013. Das entspricht einem Zuwachs um etwa zehn Prozent gegenüber dem Vorjahr. Damit setzten vor allem die USA einen deutlichen Wachstumsimpuls für die gesamte Branche. Neben einer enormen Nachfrage auf dem Heimatmarkt spielten die hohen Investitionen in Kanada, aber auch in Brasilien, eine Rolle. In der Erwartung, dass der Zenit des US-Marktes 2014 überschritten ist und Südamerika nach der Überhitzung im vergangenen Jahr ebenfalls wieder maßvollere Schritte machen wird, liegt die Produktionsprognose für USA und Kanada für 2014 bei einem Rückgang von bis zu zehn Prozent.

An dritter Stelle steht der Produktionsstandort China, der sein Gewicht in der Welt über die vergangenen Jahre massiv gesteigert hat. Für 2013 schätzt der VDMA das Volumen auf 18,5 Mrd. Euro. Mit einem Zuwachs um nur sechs Prozent sieht man dabei aber auch, dass sich die Wachstumsschübe der vergangenen Dekade nicht ewig fortsetzen, wie bereits beschrieben wurde. Zum einen wird der Produktionsstandort teurer. Es ist auch immer schwieriger, gutes und loyales Personal zu finden. Zum anderen dürfte sich die Dynamik des chinesischen Absatzmarktes aufgrund einer selektiveren Subventionspolitik abschwächen. Die Erwartungen für 2014 sind also eher gebremst, wobei die chinesischen Unternehmen, nicht zuletzt aufgrund großer Ermunterung durch die Politik, ihr Engagement im Ausland weiter zu verstärken suchen. Die Führungsrolle auf den übrigen südostasiatischen Märkten wird dabei wohl unangefochten bleiben. In anderen Märkten dürfte die Konkurrenz allerdings zunehmen. So haben die chinesischen Anbieter zwar den afrikanischen Markt bereits sehr gut für sich erschlossen, die Nachfrage der afrikanischen Farmer wird sich jedoch unter anderem auch auf Produkte aus Korea und der Türkei verlagern.

Die Maschinenproduktion in Lateinamerika konnte 2013 nach Schätzung des VDMA um zwölf Prozent gesteigert werden. Das Schwergewicht Brasilien hat damit die sehr kräftigen Impulse des Heimatmarktes genutzt. In den übrigen Ländern des Subkontinents war die Branchenkonjunktur eher gemischt, was sich für die brasilianischen Unternehmen, die den Großteil der Produktion des ganzen Subkontinents repräsentieren, in einem schwachen Exportgeschäft niedergeschlagen hat. Trotz weiter expansiver Ernterwartungen ist anzunehmen, dass sich die Nachfrage im Markt und somit auch die Produktion von Maschinen nach der Überhitzung der letzten Jahre wieder etwas verringern wird.

Die indische Landtechnikproduktion schätzt der VDMA für 2013 auf umgerechnet fünf Milliarden Euro, mit einer Wachstumsrate zum Vorjahr von sechs Prozent. Nach bisheriger Schätzung könnte der Traktormarkt erstmals die Marke von 600.000 Einheiten übertroffen haben. Eine Entwicklung auf hohem Niveau wird auch für 2014 erwartet, unter anderem auf Basis der guten Ernte im Vorjahr. Das Traktorgeschäft macht 90 Prozent der Produktion und des Marktes aus - ein Phänomen, das weltweit seinesgleichen sucht. Die landwirtschaft-

lichen Strukturen lassen den Einsatz großer Anbaugeräte oder selbstfahrender Maschinen nur in geringem Maße zu. Auch im Export spielen hauptsächlich Traktoren eine Rolle.

	2008	2009	2010	2011	2012
Canada	28.865	23.167	22.834	24.117	25.238
United States	197.752	155.262	164.894	168.013	185.167
Brazil	43.414	45.437	56.420	52.296	55.810
Japan (> 22 kW)	15.629	15.318	14.269	15.246	16.539
China (> 18 kW)	200.000	280.000	320.000	350.000	390.000
Korea	15.179	14.717	15.603	15.879	14.488
India	392.000	403.903	520.073	564.699	534.079
Russian Federation	38.794	13.292	21.085	36.997	41.811
Turkey	27.022	13.758	36.072	60.466	50.320
European Union	210.504	184.379	167.517	187.352	188.125
of which: France*	40.716	36.800	29.123	35.409	39.089
of which: Germany	31.250	29.464	28.587	35.977	36.264
of which: Italy	27.261	27.057	23.323	23.431	19.343
of which: United Kingdom	18.564	16.326	14.486	15.217	14.964
World	1.500.000	1.450.000	1.700.000	1.900.000	1.950.000

Bild 3: Verkaufszahlen für Traktoren in ausgewählten Märkten, in Stück, * ohne Teleskoplader [1; 2]

Figure 3: Sales figures for tractors in selected markets, in units, *excluding telescopic handlers [1; 2]

Die einzige Region mit einem deutlichen Produktionsrückgang war im vergangenen Jahr Osteuropa. Zwar hatte sich die lokale Fertigung von Landmaschinen über die vergangenen Jahre generell verringert. Zusätzlich belastete 2013 die Schwäche des russischen und kasachischen Marktes die Lage der Hersteller. Davon war dann beispielsweise auch die weißrussische Traktorindustrie unmittelbar betroffen. Mittlerweile stehen die Zeichen wieder mehr auf Wachstum, vor allem für die lokale Fertigung. Die Hersteller vor Ort profitieren in überdurchschnittlicher Weise von den handelspolitischen Schutzmaßnahmen sowie von einer direkten Investitionsförderung. Neben den traditionellen russischen und weißrussischen Herstellern sind dies zunehmend auch westliche Marken, die dem Ruf nach lokalem Engagement gefolgt sind.

Abschließend sind noch zwei größere Produktionsstandorte für Landtechnik zu nennen. Die türkischen Hersteller kommen sukzessive aus der Überhitzungsphase des Jahres 2011, wobei die Voraussetzungen, sowohl auf dem Heimatmarkt, als auch im Export, für die nahe Zukunft grundsätzlich günstig sind. Japan hat die langjährige Rezession mit einer Politik des lockeren Geldes überwunden und produziert seit letztem Jahr wieder mit Volldampf. Die Regierung scheint entgegen früherer Ankündigungen an der üppig ausgestatteten Förderung des Sektors festzuhalten, womit die Kaufkraft der Landwirte entsprechend hoch ausfällt.

Literatur

- [1] Agrievolution
- [2] VDMA Fachverband Landtechnik

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Wiesendorfer, Gerd: Die konjunkturelle Entwicklung der Landtechnikindustrie. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2014. – S. 1-8

Zitierfähige URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055000>

Link zum Beitrag

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/117.html>

Internationaler Management-Standard für Nachhaltigkeit

Norbert Alt,

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau VDMA

Kurzfassung

Das Prinzip 'Nachhaltigkeit' kann für Unternehmen und Gesellschaft einen wichtigen Beitrag leisten, den aktuellen Herausforderungen zu begegnen. Das Prinzip bedarf aber der Konkretisierung, um einerseits die spezifischen Bedingungen der Landmaschinenbranche abzubilden und um es andererseits 'operabel' zu machen. Das ISO/TC 23 hat deshalb beschlossen, einen Management-Standard zu erarbeiten, um Unternehmen eine Hilfestellung bei der Implementierung des Nachhaltigkeits-Prinzips zu geben und mit der Veröffentlichung einer internationalen Norm eine einheitliche Vorgehensweise weltweit in der Landtechnik zu unterstützen und damit auch die Akzeptanz in den einzelnen Märkten zu erhöhen.

Schlüsselwörter

Landtechnik, Unternehmen, Gesellschaft, Nachhaltigkeit, Norm

International management standard for sustainability

Norbert Alt,

German Engineering Federation VDMA

Abstract

The principle of sustainability can contribute to the actual challenges for enterprises and societies. However, the principle needs to be put into concrete terms in order to reflect the specific conditions of the agricultural machinery industry and to be made 'operable'. Therefore, ISO/TC 23 decided to develop a management standard in order to assist the agricultural machinery industry when implementing this principle and to support a uniform approach worldwide in the field of agricultural machinery and to achieve acceptance in the individual markets.

Keywords

Agricultural engineering, enterprise, society, sustainability, standard

Ausgangssituation

Die internationale Normung für die Landtechnik ist durch eine flache, dezentrale Struktur gekennzeichnet, die es ermöglicht, die einzelnen Normprojekte effizient und eigenverantwortlich durch die zuständigen Produkt- und Querschnitts-Komitees (Sub-Committees) durchzuführen. Dem Technischen Komitee TC 23 selbst kommt in erster Linie eine administrative Funktion zu (**Bild 1**). Die Normungsarbeiten in den einzelnen Sub-Komitees sind auf Themen aus den Bereichen Straßenverkehrs-, Arbeits- und Umweltsicherheit sowie Gebrauchstauglichkeit (z.B. Schnittstellen) fokussiert. Sie reagieren damit auf gesetzliche Vorschriften, unterstützen deren Interpretation und Anwendung und tragen Forderungen des Marktes Rechnung. Auf Grund dieser Organisationsform steht die Optimierung von und häufig Maximalforderungen zu einzelnen Sachverhalten im Vordergrund. Eine ganzheitliche Betrachtung rückt in den Diskussionen häufig in den Hintergrund.

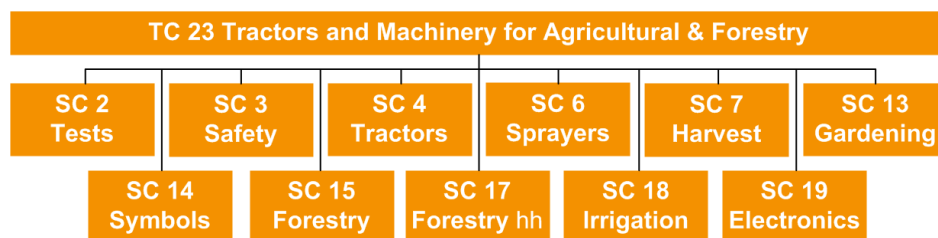


Bild 1: Organisation des ISO/TC 23

Figure 1: Structure of ISO/TC 23

Eine vergleichbare Situation ergibt sich auch bei der für die Landtechnik relevanten Gesetzgebung. Auch hier steht die Regulierung von einzelnen Sachverhalten im Vordergrund (siehe z.B. Begrenzung der Schadstoffemissionen von Traktoren und Maschinen). Auf Grund dieser isolierten Betrachtungsweise können Negativeffekte entstehen (z.B. steigende Kraftstoffverbräuche oder Geräuschemissionen), die ihrerseits wiederum zusätzlichen Regulierungsbedarf auslösen können (siehe z.B. Energieeffizienz-Diskussion).

In Hinblick auf diese Defizite bei der Regelsetzung und die zunehmende Erkenntnis, dass bei globalen Märkten auch die Wettbewerbs- und Zukunftsfähigkeit von Wirtschaft und Gesellschaft im Fokus stehen muss, wird zunehmend das Prinzip des nachhaltigen Handelns und Wirtschaftens empfohlen. Die damit verbundene, zukunftsorientierte Betrachtung durch eine gleichrangige Berücksichtigung von wirtschaftlichen, umwelt-schonenden und sozialen Gesichtspunkten ermöglicht es, aktuellen Herausforderungen, wie z.B. Klimawandel, Ressourcenschonung, Wettbewerbsfähigkeit, durch die Betonung der Eigenverantwortung der Wirtschaftsakteure effizient zu begegnen.

Zielsetzung der Normungsarbeiten

Vor dem dargestellten Hintergrund regte die Normengruppe Landtechnik (NLA) in 2010 an, dass sich das TC 23 mit dem Thema 'Nachhaltigkeit' auseinander setzen sollte. Nach der Erörterung in mehreren Workshops verständigte sich das TC 23 auf folgende Ziele, die mit dem Normprojekt 'Nachhaltigkeit' [1] realisiert werden sollten:

- Internationaler Standard, der dem Anspruch von Nachhaltigkeit im Sinne der gleichrangigen Berücksichtigung von wirtschaftlichen, umweltbezogen und sozialen Anforderungen gerecht wird,
- Berücksichtigung der spezifischen Gesichtspunkte von Landwirtschaft und Landtechnik,
- Formulierung eines einheitlichen Ansatzes, der einerseits für alle im TC 23 vertretene Produktbereiche zur Anwendung kommen kann und andererseits eine weitergehendere Produkt- oder Sachverhalt-bezogene Detaillierung in den einzelnen Sub-Komitees zulässt.

Deutschland wurde gebeten, einen entsprechenden Normungsantrag im TC 23 zu stellen und die Normungsarbeiten zu leiten. Der Normungsantrag wurde im März 2012 genehmigt.

Gewählter Normungsansatz

Basierend auf den Zielvorgaben des TC 23 entschied die zuständige Arbeitsgruppe, bei der Entwicklung der Nachhaltigkeitsnorm den bisher bei Normungsarbeiten üblichen produktbezogenen Ansatz zu verlassen und stattdessen einen unternehmensbezogenen Management-Standard zu entwickeln, der

- Grundsätze für die Entwicklung und Einführung von Nachhaltigkeitskriterien beschreibt und
- Empfehlungen für die Umsetzung zur Verfügung stellt.

Das zurzeit vorliegende Arbeitspapier sieht sechs Handlungsempfehlungen vor.

Identifikation der Anspruchsgruppen

Unter den Anspruchsgruppen (Stakeholder) sind Personen zu verstehen, die entweder Forderungen an das Unternehmen stellen oder von Unternehmensentscheidungen betroffen sind. Im Wesentlichen lassen sich drei Gruppen unterscheiden:

- Eigentümer und Mitarbeiter des Unternehmens, die vorwiegend an der langfristig erfolgreichen Unternehmensführung und -entwicklung interessiert sind,
- Geschäftspartner (Lieferanten), Vertriebspartner und Endkunden, für die in erster Linie das Produkt (Entwicklung, Herstellung, Einsatz) im Vordergrund steht und
- weitere Gruppen wie z.B. Geldgeber, Medien, Politik/Gesellschaft bis hin zu Kommunen und Anwohnern an den Unternehmensstandorten.

Der gezielte Dialog mit diesen Anspruchsgruppen ermöglicht dem Unternehmen, frühzeitig Bedarfe zu erkennen und z.B. in Form einer Themen-Matrix zu bewerten (**Bild 2**). Des Weiteren gibt er wichtige Hinweise in Bezug auf mögliche Chancen und Risiken.

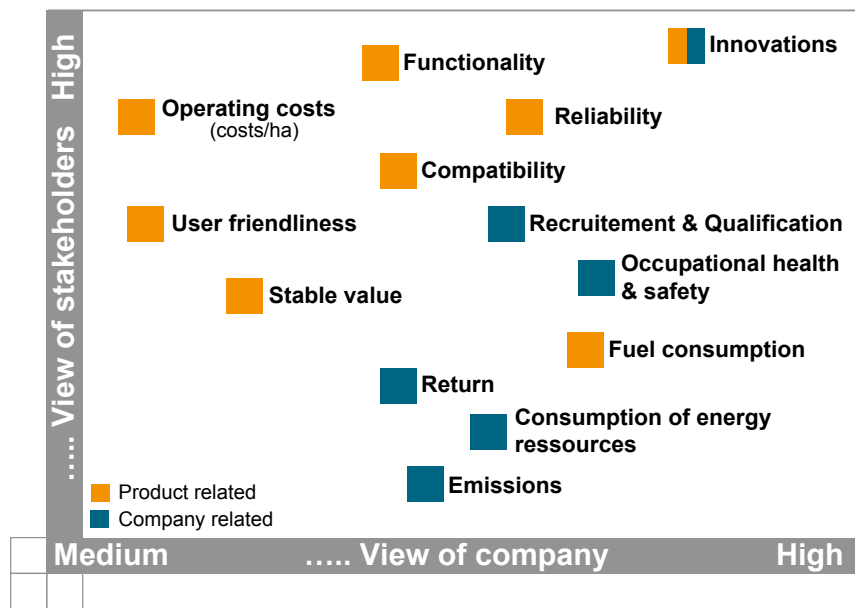


Bild 2: Themen-Matrix - Bedeutung aus ...

Figure 2: Topic matrix - Importance of topics seen from ...

Ausrichtung der Unternehmenspolitik

Im Rahmen der Unternehmenspolitik sind die Unternehmensziele, aber insbesondere auch die Werte bzw. die Unternehmenskultur und die Verhaltensgrundsätze zum Umgang mit Mitarbeitern und externen Anspruchsgruppen zu beschreiben. Die Berücksichtigung der Interessen der einzelnen Stakeholder sollte sich in den Unternehmenswerten widerspiegeln. Entscheidend dabei sind weniger die gewählten Formulierungen, sondern die Schärfung des Bewusstseins des Einzelnen und die tagtägliche Praktizierung der formulierten Wertevorstellungen.

Festlegung von Leistungsmerkmalen und Indikatoren

Nachdem die relevanten Themen und Herausforderungen im Rahmen des Stakeholder-Dialogs ermittelt wurden, sollten dazu konkrete Ziele, einzuleitende Maßnahmen und Merkmale zur Verifizierung der Zielerreichung festgelegt werden. Der Normentwurf enthält hierzu konkrete Beispiele, die u. a. zeigen, dass

- die Anwendung von Nachhaltigkeitskriterien bereits heute gängige Unternehmenspraxis ist und häufig nur die systematische Erfassung, Bewertung und Weiterentwicklung sowie insbesondere die Darstellung und Kommunikation ein Optimierungspotential aufweisen und
- die Steigerung der Nachhaltigkeitsleistung eines Unternehmens auf einer Vielzahl von Einzelmaßnahmen basiert, von denen jede einzelne einen konkreten (auch wirtschaftlichen Nutzen) für das Unternehmen darstellt.

Verbesserungsprozess

Analog zu dem Thema 'Qualität' ist auch für die Optimierung der Nachhaltigkeitsleistungen eines Unternehmens ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess erforderlich. Zur Definition dieses Prozesses bedient sich der Nachhaltigkeits-Standard des in ISO 9001 [2] beschriebenen Prozesses (**Bild 3**).

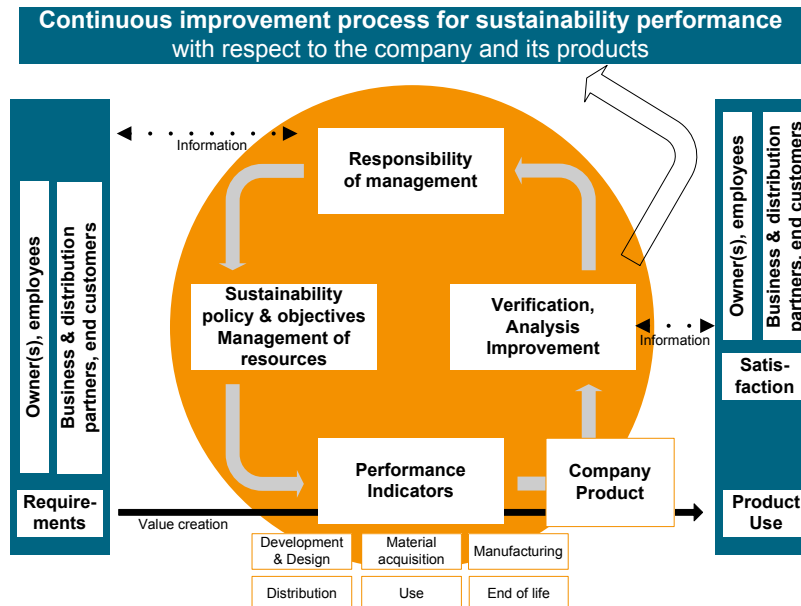


Bild 3: Kontinuierlicher Verbesserungsprozess

Figure 3: Continuous improvement process

Berichterstattung

Aus Sicht der Arbeitsgruppe kommt der Berichterstattung eine wesentliche Bedeutung zu. Sie sollte erfolgen

- intern mit der Zielsetzung, Bewusstsein, Motivation und Identifikation von Mitarbeitern zu fördern, um so den Prozess in Gang zu halten und
- extern mit der Zielsetzung, die Anspruchsgruppen außerhalb des Unternehmens regelmäßig über den aktuellen Nachhaltigkeitsstatus des Unternehmens zu informieren.

Je nach Zielgruppe können für die Berichterstattung unterschiedliche Formate verwendet werden. Entscheidend ist, dass die Aussagen der Realität im Unternehmen entsprechen und nachvollziehbar sind.

Evaluierung

Die Analyse und Bewertung der einzelnen Leistungsmerkmale und Indikatoren sollte entsprechend dem Nachhaltigkeits-Standard in der Regel Bestandteil des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses sein.

Aktueller Stand des Normprojektes und weitere Maßnahmen

Das Manuskript für den Nachhaltigkeits-Standard wurde zwischenzeitlich allen Mitgliedsorganisationen des TC 23 zu einer ersten Prüfung und Bewertung vorgelegt (sog. Committee Draft-Umfrage). Das Dokument stieß auf eine sehr hohe Akzeptanz, so dass nach Einarbeitung der redaktionellen Kommentare bereits die Veröffentlichung des Entwurfes erfolgen kann. Die Veröffentlichung der Norm ist für Mitte 2015 geplant und wird sowohl als internationale (ISO-) als auch europäische (EN ISO-) Norm erfolgen.

Nach der Veröffentlichung wird das TC 23 entscheiden, welche Folgeprojekte bearbeitet werden sollen. Entsprechend dem bisherigen Diskussionsstand wird es sich hierbei um generelle Sachverhalte, wie z.B. Recycling, und/oder Produkt-bezogene Sachverhalte, wie z.B. Aussagen zur Nutzungsphase einer Maschine, handeln.

Zusammenfassung

Das internationale Normungskomitee ISO/TC 23 bereitet einen Management-Standard zum Thema 'Nachhaltigkeit' vor. Zielsetzung ist es, Landtechnikunternehmen eine Hilfestellung bei der Entwicklung und Einführung von Nachhaltigkeitskriterien im Unternehmen zu geben. Der Normentwurf beschreibt die grundsätzliche Vorgehensweise und gibt konkrete Empfehlungen für die Umsetzung. Der Beitrag erläutert die in der Norm dargestellten sechs Handlungsempfehlungen (Identifikation der Anspruchsgruppen / Gestaltung der Unternehmenspolitik / Leistungsmerkmale für Nachhaltigkeit / kontinuierlicher Verbesserungsprozess / Berichterstattung / Evaluierung) und informiert zu dem aktuellen Normungsstand sowie zu der geplanten weiteren Vorgehensweise.

Literatur

- [1] ISO/CD 17989-1 Tractors and machinery for agriculture and forestry - Sustainability - Part 1: Principles
- [2] ISO 9001 Quality management systems - Requirements

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Wissenschaftliches Review / Scientific Review

Erfolgreiches Review am 27.02.2014

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Alt, Norbert: Internationaler Management Standard für Nachhaltigkeit. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2013. S. 1-7

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055001>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/137.html>

Moderne Kommunikationssysteme in der Landtechnik

Jan Horstmann, Maschinenfabrik Bernard Krone GmbH, Spelle

Kurzfassung

Die Arbeitsleistung von Komponenten und Einzelmaschinen gelangt an die Grenzen der mechanischen Machbarkeit. Maschinen können kaum mehr größer, schwerer und leistungsfähiger ausgelegt werden, denn die Rahmen der Gesetzgebung und der Transportmöglichkeiten auf der Straße sind nahezu ausgeschöpft. Die Einzelkomponenten und Einzelmaschinen sind für sich alleine genommen, auf ein Maximum an Schlagkraft, Einsatzsicherheit und Arbeitsqualität optimiert. Um weitere Leistungssteigerungen und Optimierungen vorzunehmen, müssen Maschinenkombinationen und komplette Arbeitskettens optimiert werden. Um diese Potenziale zu heben, stellen sich neue Anforderungen an herstellerübergreifende Zusammenarbeit und Dienste-basierte Kommunikationsinfrastrukturen. Ganzheitliche Prozessoptimierung über Herstellergrenzen bieten noch ungeahnte Potenziale zur Leistungs-, Effizienz- und Effektivitätssteigerung durch Software und Dienste.

Schlüsselwörter

ISOBUS, TIM, Datenmanagement, Prozessoptimierung, Dienste, Netzwerk, Software, CCI, AEF, IT, FMIS, Apps, Sicherheit, iGreen, offene Systeme, herstellerübergreifende Lösungen

State-of-the-art communication systems for agriculture

Jan Horstmann, Maschinenfabrik Bernard Krone GmbH, Spelle

Abstract

The performance of components and single machines has reached the limits of mechanical engineering. Legislation and transport limitations do not allow to build bigger and heavier machinery. Single components and machines have reached a maximum of performance and working quality. Further performance increments and optimizations can only be achieved by optimization of tractor implement combinations and whole process chains. To enhance these potentials new requirements regarding manufacturer comprehensive collaboration and service-oriented architectures have to be approached. Entire process optimization over all manufacturers arise unexpected potentials for increasing performance, efficiency and effectivity by help of software and services.

Keywords

ISOBUS, TIM, data management, process optimization, services, network, software, CCI, AEF, IT, FMIS, apps, safety, iGreen, open systems, manufacturer independent solutions

Kommunikationsinfrastruktur als Basis für Prozessoptimierungen

Das Anbaugerät steuert den Traktor. Der Fahrer sitzt entspannt in der Kabine seines Traktors und überwacht die Qualität des Arbeitsvorgangs. Dieses langfristige Entwicklungsziel ist zur Realität geworden, dank Tractor Implement Management (TIM). Die Agricultural Industry Electronics Foundation setzt sich im Rahmen der Arbeitsgruppe ISOBUS Automation [1] mit der herstellerübergreifenden Optimierung von Arbeitsprozessen zwischen Traktoren und Anbaugeräten auseinander. Der ISOBUS bietet als Kommunikationsinfrastruktur die Basis für den Befehlsaustausch zwischen Anbaugerät und Traktor. Angehängte und gezogene Maschinen können auf diese Weise Arbeitsfunktionen des Traktors, wie z.B. Zapfwelle, Hubwerk, Fahrgeschwindigkeit, Lenkwinkel oder Hydraulik-Ventile ansteuern.

Verschiedenste Traktor-Gerätekombinationen lassen sich mittels TIM optimieren und automatisieren. Als Prozessbeispiele dienen das Ballenpressen, das Kartoffelroden oder das Bodenwalzen. Beim Vorgang Ballenpressen mit einer TIM-fähigen Rundballenpresse erkennt die Rundballenpresse automatisch, dass die Ballenkammer gefüllt ist. In diesem Moment sendet die Presse den Befehl "anhalten" an den Traktor. Der Traktor bleibt daraufhin automatisch stehen. Anschließend sendet die Presse den Befehl zur Ansteuerung des Hydraulik-Ventils, um voll automatisch die Pressklappe zu öffnen, den Ballen auszuwerfen und die Pressklappe wieder zu schließen [2]. Ein weiteres Beispiel ist der Prozess des Kartoffelrodens bei angehängten bzw. gezogenen Rübenroden. Ein Tastfühler des Roder tastet sich am Damm entlang und sendet seine Lenkbefehle mittels TIM über den ISOBUS an den Traktor. Der Traktor fährt vollautomatisch ohne Fahrereingriff am Damm entlang. Der Roder ermittelt seine Auslastung eigenständig (z.B. am Separatorband). Aufgrund dieser Informationen berechnet der Roder die optimale Fahrgeschwindigkeit und gibt diese Vorgabe an den Traktor weiter [3]. Der Traktor beschleunigt oder bremst dann voll automatisch gemäß der Vorgaben.

Um Tractor Implement Management (TIM) branchenweit in der Landtechnik einzuführen, ist die herstellerübergreifende Standardisierung der ISOBUS-Schnittstellen für TIM notwendig. Die technischen Rahmenbedingungen und die Kommunikationsinfrastruktur ISOBUS sind funktional dafür ausgelegt, hersteller- und geräteübergreifende Prozessautomatisierung durchzuführen. Um die Einsatzsicherheit, Zuverlässigkeit und Sicherheit von herstellerübergreifenden Systemen zu gewährleisten, arbeitet das AEF an einer übergreifenden Richtlinie. Neben einem Conformance Test für jede TIM-Komponente werden auch digitale Zertifikate erstellt, damit Traktor und Anbaugerät sich vertrauen können. Die Landtechnik-Branche arbeitet intensiv für ein faires, angemessenes und nicht-diskriminierendes Regelwerk, um jedem Hersteller identische Schnittstellen bereitstellen zu können.

Durch die Optimierung von Traktor-Geräte Kombinationen lässt sich der Arbeitskomfort erhöhen, die Dauerleistung erhöhen, die Arbeitssicherheit verbessern und bei diversen Prozessen sind nachweisliche Leistungssteigerungen im zweistelligen Prozentbereich zu erzielen.

Datenmanagement in der Landtechnik

Optimierungspotenzial für Leistung, Arbeitsqualität und Effektivität ist nicht nur zwischen den Reifen eines Traktors oder Anbaugeräts zu suchen. Die größten Optimierungspotenziale sind im Bereich der Prozesse von Flächenauswahl, Auftragsannahme, Auswahl der korrekten Hilfs- und Betriebsstoffe bis zum Erreichen der Feldeinfahrt zu suchen. Das Forschungsprojekt iGreen [4], gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung, hat sich intensiv mit der Vernetzung der landwirtschaftlich relevanten Informationen und Diensten beschäftigt. Standortbezogene Dienste und ein Wissensnetzwerk helfen die landwirtschaftlichen Arbeitsprozesse zu optimieren. Das nachfolgende Schaubild zeigt die Vernetzung der Prozessbeteiligten.

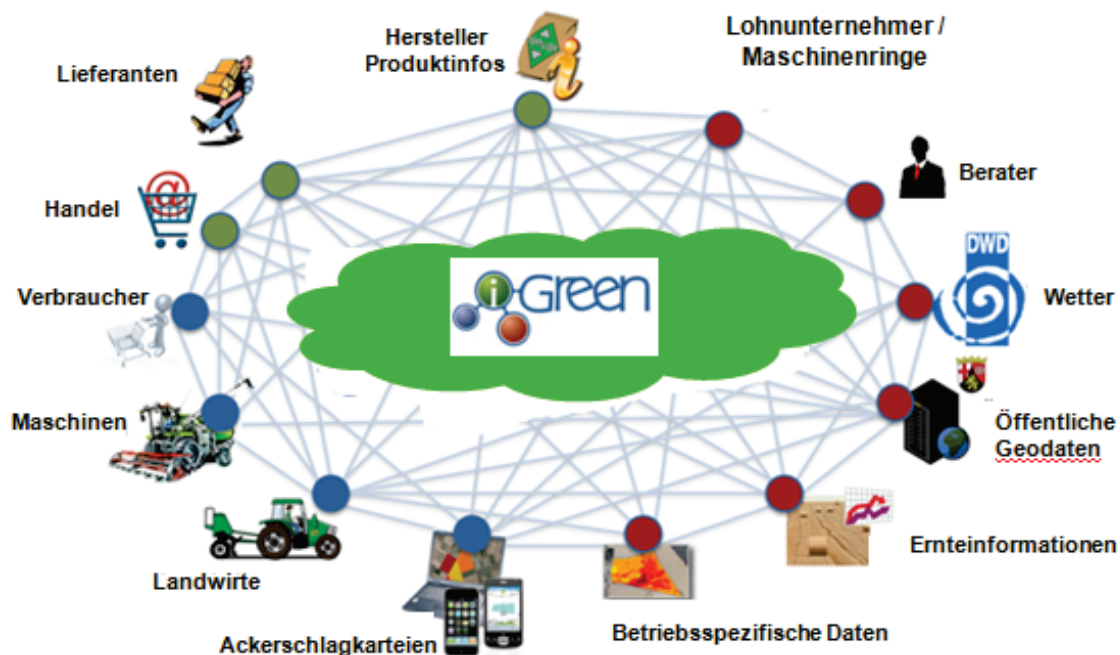


Bild 1: iGreen - Kommunikationsinfrastruktur für landwirtschaftliche Dienste [5]

Figure 1: iGreen - communication infrastructure for agricultural services [5]

Die Kommunikationssysteme im iGreen beginnen bereits am Hof-Computer, an dem alle Feldkonturen elektronisch verwaltet werden. Die Weitergabe der Feldgrenzen an den Dienstleister erfolgt elektronisch per Mausklick. Der Dienstleister bringt alle eingehenden Aufträge in eine logistisch und landwirtschaftlich sinnvolle Reihenfolge und erzeugt automatisch digitale Auftragszettel, die online an die Maschinenterminals übertragen werden. Der Fahrer der Maschine nutzt die Aufträge im Maschinenterminal, um sich automatisch zur passenden Feldeinfahrt zu navigieren, mit Spezialkarten für landwirtschaftliche Zwecke. Nach der Ankunft werden teilflächenspezifisch alle relevanten Arbeitsparameter aufgezeichnet (Saat, Dünger, Erntemengen, Erntequalität, Kraftstoffverbrauch, uvm.). Während der Feldarbeit können der Landwirt und der Betriebsführer jederzeit die aktuelle Position und den aktuellen Status der Maschine einsehen. Nach erfolgter Feldarbeit werden die gesammelten Daten zur Rechnungsstellung und zum Betriebscontrolling verwendet. Über den Aufbau langjähriger Daten werden Anbau- und Ernteprozesse stetig optimiert.

Moderne Kommunikationssysteme und webbasierte Datendrehscheiben

Web- und cloud-basierte Dienste-Lösungen halten in der Landtechnik Einzug. Erste funktionsübergreifende Plattformen als Datendrehscheiben, wie z.B. AgriCircle [6] und 365FarmNet [7] waren auf der Agritechnica 2013 zu sehen. Verschiedene landwirtschaftliche Anbau- und Betriebsprozesse werden miteinander vernetzt. Es ist ein klarer Trend hin zu web-basierten Betriebslösungen zu erkennen.

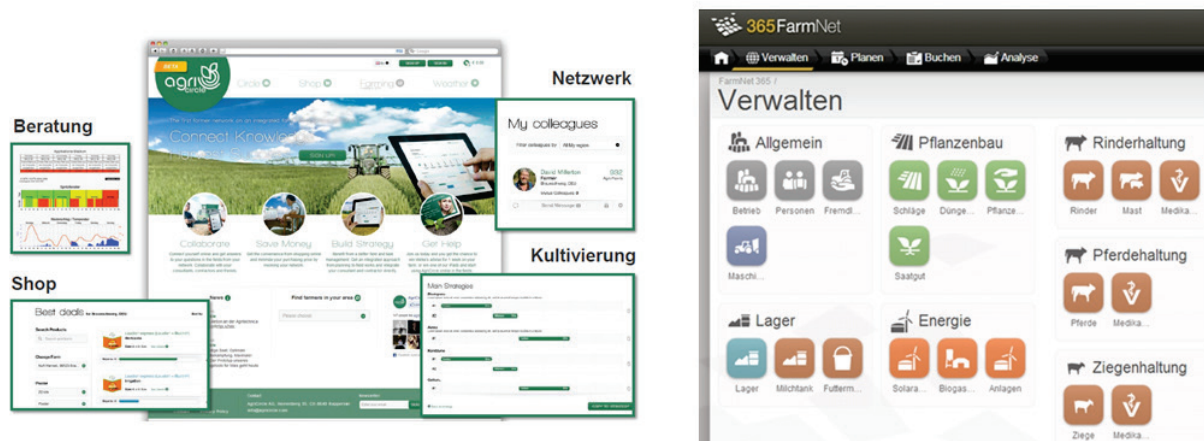


Bild 2: AgriCircle - Datendrehscheibe der Landtechnik [6] und 365FarmNet [7]

Figure 2: AgriCircle - Cloud for Agriculture [6] and 365FarmNet [7]

Ein weiteres prägnantes Merkmal der dargestellten modernen Kommunikationssysteme ist die Nutzung kollektiver Intelligenz durch Einbeziehung der Benutzer. Am Beispiel von AgriCircle lässt sich das exemplarisch an der Bewertung von Anbauberatungen darstellen. Einzelne ackerbauliche Maßnahmen werden durch Bewertungen von Landwirten im Zusammenhang mit Standort, Luftbilddauswertungen und Wetterinformationen benotet. Durch die Vernetzung der verschiedenen Prozessbeteiligten und die Verschmelzung von Zusatzinformationen und Diensten entsteht langfristiges und nachhaltiges Wissen.

Alle web- und cloud-basierten Plattformen bieten gewissen Grundfunktionen, wie z.B. Benutzerverwaltung, Rechteverwaltung und eine einfache Online-Ackerschlagkartei. Neben den Basisdiensten werden verschiedenartige Dienste an die Plattform angebunden. Die Vielfalt der Dienste reicht von öffentlichen Kartendiensten, Social-Media-Diensten, Auftragsdiensten bis hin zu Beratungsdiensten. Jeder Dienst steht dabei in einem einheitlichen "Look and Feel" zur Verfügung, den der Benutzer aus der jeweiligen Plattform gewohnt ist. Die Plattformbetreiber müssen Dienste-Anbietern verlässliche Schnittstellen, Bestandsschutz und faire Geschäftsmodelle anbieten.

Die Endanwender fordern von den Plattformen maximalen Datenschutz, absolute Datensicherheit und Selbstbestimmungsrechte zum Umgang mit den eigenen Daten. Der herstellerübergreifende Betrieb der Plattform ist zwingende Voraussetzung. Wohldefinierte Regelwerke, qualitativ hochwertige Dienste und die Bündelung verschiedener Hersteller stellen dabei wichtige Erfolgsfaktoren für den Plattformbetrieb dar.

Mobile Endgeräte als Kommunikationsmedium zur Maschine

Mobile Kommunikationssysteme in Form von Smartphones und Tablets sind in der Landtechnik angekommen. Datenmanagement-Lösungen werden mit Maschinendaten versorgt. Mobile Endgeräte werden auf dem Acker oder auf der Straße mit neuen Aufträgen, Nachrichten, Feld- und Flächeninformationen bestückt. Auf diese Weise werden die klassischen Telematikdienste angereichert. Die Fahrer werden von den Dokumentationsaufgaben entlastet und die Logistik kann optimal für die jeweilige Prozesskette optimiert werden.

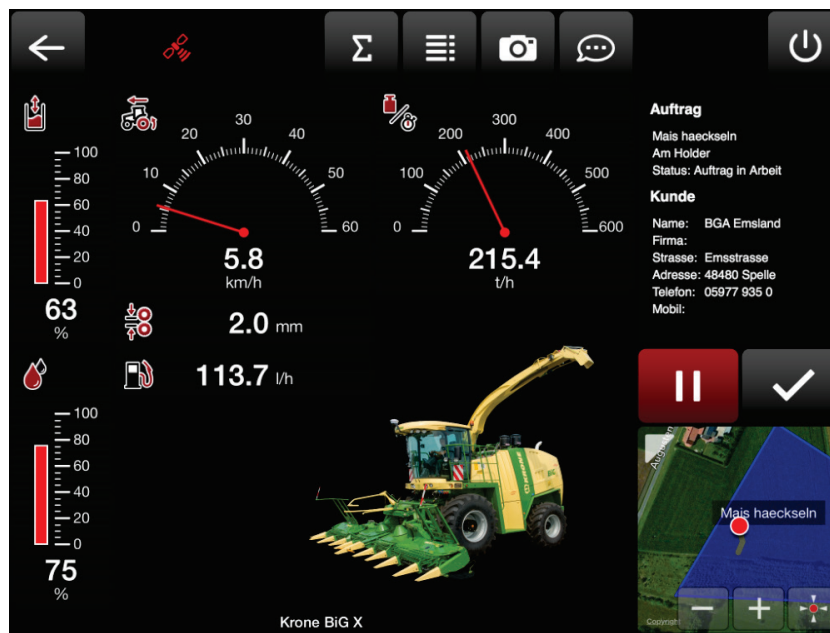


Bild 3: CCI Control Mobile - ISOBUS Datenmanagement per iPad [8]

Figure 3: CCI Control Mobile - ISOBUS Data management via iPad [8]

Mit CCI Control Mobile hat das Competence Center ISOBUS erstmalig eine universelle herstellerübergreifende Lösung geschaffen, um drahtlos von ISOBUS-Maschinen, Traktoren und Selbstfahrrn Maschinendaten aufzuzeichnen und via iPad weiterzuverarbeiten. Zur Einhaltung von Datenschutz und Datensicherheit werden in der Landtechnik modernste Verschlüsselungs- und Sicherheitsmechanismen eingesetzt. Die informelle Selbstbestimmung wird den Kunden dadurch ermöglicht, dass der Kunde frei wählen kann, wo die Informationen gespeichert werden.

Für die Zukunft bleibt abzuwarten, ob sich eine Maschinenbedienung über mobile Endgeräte, wie z.B. Tablets oder Smartphones durchsetzen wird. Neben technischen Hürden im Bereich der Sicherheit (ISO25119, AEF Guidelines) ist bei der Maschinenbedienung via Tablet sicher auch die Nutzer- und Anwendungsfreundlichkeit dediziert zu beachten. Die Trends für die Bedienung und das Datenmanagement werden in der Landtechnik deutlich durch die Konsumer-Industrie beeinflusst. Die Landtechnik-Hersteller müssen sich auf immer kürzer werdende Entwicklungs- und Produktlebenszyklen einstellen.

Zusammenfassung

Moderne Kommunikationssysteme stellen einen wichtigen Bestandteil für die zukünftige Optimierung landwirtschaftlicher Prozesse dar. Die Zusammenarbeit aller Hersteller von Landtechnik und Zusatzausstattungen müssen aus diesem Grund gemeinschaftlich an einheitlichen Schnittstellen und Datenformaten arbeiten. Dienste-basierte Online-Plattformen werden dabei zukünftig die Schnittstelle ins Büro der Landwirte, Lohnunternehmer und Maschinenringe darstellen. Differenzierung und Wertschöpfung wird über Dienste erfolgen.

Der Aufbau einer branchenweiten Kommunikationsinfrastruktur erfordert offene Schnittstellen, klare Regelwerke für Dienste und Oberflächen, insbesondere auch eine offene Umgangsweise der verschiedenen Landtechnik-Hersteller (z.B. keine Patentierung auf Schnittstellen und Branchenergebnisse, AEF). Informelle Selbstbestimmung ist zukünftig Pflicht, denn der Kunde entscheidet, welcher Dienst genutzt wird, und welche Informationen gespeichert oder verarbeitet werden. Spezialisierte Entscheidungsassistenten und Mehrwert-Dienste liefern den Kunden die gewünschten Entscheidungshilfen.

Ganzheitliche Prozessoptimierung über Maschinenflotten und Prozessketten hinweg ist der Innovationstreiber für die Landtechnik in den nächsten Jahren.

Literatur

- [1] Agricultural Industry Electronics Foundation e.V. (AEF): <http://www.aef-online.org/en/aef-projects/isobus/the-project-groups.html>. Frankfurt, 24.11.2013
- [2] Maschinenfabrik Bernard Krone GmbH:
<http://landmaschinen.krone.de/deutsch/produkte/ican/ican/krone-rundballenpressen/>.
Spelle, 24.11.2013
- [3] Grimme Landmaschinenfabrik GmbH & Co. KG:
<http://www.grimme.com/de/products/agritechnica-2013/i-systems>. Damme, 24.11.2013
- [4] iGreen, Deutsches Forschungszentrum für künstliche Intelligenz: <http://www.igreen-projekt.de/iGreen/>. Kaiserslautern, 07.12.2013
- [5] iGreen Wolke, Deutsches Forschungszentrum für künstliche Intelligenz:
<http://www.igreen-projekt.de/iGreen/index.php?id=6&L=0>. Kaiserslautern, 07.12.2013
- [6] AgriCircle AG: <http://www.agricircle.com/>. Rapperswil, 07.12.2013
- [7] 365FarmNet GmbH: <https://www.365farmnet.com/>. Berlin, 07.12.2013
- [8] Competence Center ISOBUS e.V. (CCI): <http://www.cc-isobus.de/>. Osnabrück, 07.12.2013

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Horstmann, Jan: Moderne Kommunikationssysteme in der Landtechnik. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2014. – S. 1-7

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=0055002>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/116.html>

Logistik

Heinz Bernhardt,

Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik, Technische Universität München

Kurzfassung

In den letzten Jahren sind die Transportmengen in der Landwirtschaft besonders durch den Biogasboom deutlich angestiegen, auch die Transportentfernungen sind dabei mit angestiegen. Dies führte zu einer Diskussion bezüglich Traktor oder LKW als optimales landwirtschaftliches Transportfahrzeug und der Entwicklung von Mischformen. Die Transportkapazitäten werden optimiert und Verknüpfungen mit anderen Transportsystemen wie z.B. Vorderwagen zur Kopplung mit Sattelaufliegern entwickelt. Die Ausdehnung der Infield-Logistik über Überladewagen ist außer in der Getreideernte auch bei Zuckerrüben und Silomais zu beobachten. Im Bereich der Informationstechnologie kommt es zur Vernetzung von Waren- und Datenlogistik, um Daten frühzeitig generieren zu können und damit die Optimierung von Logistikprozessen umzusetzen.

Schlüsselwörter

LKW, Umschlagsysteme, Datenlogistik

Logistic

Heinz Bernhardt,

Agricultural Systems Engineering, Technische Universität München

Abstract

In the last years the amount of transported goods and the transport distances in the agricultural sector are rising. This is especially caused by the biogas boom. Therefore a discussion is led regarding the optimal transport vehicle: tractor, truck or a mixed model. The transport capacities were optimized and connections with other transport systems developed e.g. front vehicles for coupling with semitrailers. The extension of Infield-Logistic with reload wagon can be observed in grain harvest, sugar beets and silo corn. In the area of information technology goods and data logistic has been connected to generate data early and to optimize logistic processes.

Keywords

Truck, reload systems, data logistic

Entwicklung der Rahmenbedingungen

Die Transportlogistik ist seit Jahren ein stark wachsender Sektor. Die Beförderungsleistung des Güterverkehrs stieg in den letzten 10 Jahren um rund 30 % [1]. Ähnlich ist die Entwicklung auch in der Landwirtschaft zu beobachten. Durch den Biogasboom stieg die Anbaufläche von Silomais von 1,1 Mio. ha in 2002 auf über 2 Mio. ha in 2012 [2]. Dies führt auch zu einem deutlichen Anstieg der Transportmenge in der Ernte je Hektar, im Vergleich zu z.B. Weizen. Die durchschnittliche Transportentfernung in der Landwirtschaft entwickelt sich durch Betriebswachstum und Reorganisation der Verarbeitungsstandorte [3] ebenfalls nach oben.

Transportfahrzeuge

Zugmaschine

Das landwirtschaftliche Transportgeschehen ist vom grundlegenden Bedürfnis der Leistungssteigerung geprägt. Der gewerbliche Güterverkehr wird mittels LKW organisiert. Hieraus ergibt sich die Fragestellung, wie weit diese Spezialmaschine auch für die Bedürfnisse der landwirtschaftlichen Logistik geeignet ist. Verschiedene Vergleichsuntersuchungen haben deshalb beide Konzepte miteinander verglichen [4; 5]. Es zeigt sich, dass die möglichen Transportmassen beim LKW durch die Sattelaufleger um 1 bis 2 Tonnen höher liegen. Die durchschnittliche Geschwindigkeit die unter den Untersuchungsbedingungen ermittelt werden konnte, beträgt beladen beim LKW auf Landstraße 45 km/h und 27 km/h in Ortsdurchfahrten und beim Traktor mit 50 km/h bauartgedingter Höchstgeschwindigkeit auf Landstraße 39 km/h und 26 km/h in Ortsdurchfahrten [6]. Der Kraftstoffverbrauch ist beim LKW pro Transporteinheit geringer und durch das bessere Beschleunigungsverhalten ist ein mitschwimmen im Verkehr eher möglich.

Das Problem beim Einsatz von Standard-LKW in der Landwirtschaft sind die unzureichenden Fahreigenschaften auf unbefestigten Feldwegen und besonders bei der Silagelogistik auf dem Feld. Lösungsansätze von Seiten des Traktors für diese Problematik sind höhere Endgeschwindigkeiten und für Transportaufgaben angepasste Getriebe [7]. Ein anderer Ansatz sind Traktorreifen mit MPT Profil. Hier zeigen erste Untersuchungen einen geringeren Kraftstoffverbrauch, höhere Durchschnittsgeschwindigkeiten und eine Reduktion der Fahrgeräusche [8; 9].

Beim LKW ergibt sich als Möglichkeit eine Umorganisation der Transportketten mit einer Übergabestelle an befestigten Feldwegen [10; 11]. Technische Anpassungen der LKW an die Anforderungen der Agrarlogistik werden aktuell von einigen Herstellern angeboten [12; 13]. Hier ergibt sich das Problem, dass teilweise zur Verbesserung der Fahreigenschaften auf unbefestigtem Grund großvolumige Reifen mit Reifendruckregelanlage eingesetzt werden, die über die für LKW erlaubte Außenfahrzeugbreite von 2,55 m hinausragen. Um dies zu ermöglichen muss das Fahrzeug als landwirtschaftliches Fahrzeug umgruppiert werden. In diesem Zusammenhang ist bei einigen Zulassungsbehörden dann aber die Nutzung einer Sattelkupplung bei der Fahrzeugabnahme nicht mehr erlaubt [14]. Diese kann

dann durch eine Kugelkopfkupplung ersetzt werden. Diese strukturellen Veränderungen greifen so massiv in das Fahrzeugkonzept ein, dass die ursprünglich angepeilten Vorteile des Systems durch den Fahrzeugtausch mit dem Massenmarkt Sattelaufleger nicht umsetzbar sind. Die Fahrzeugauslastung muss somit im landwirtschaftlichen Bereich abgedeckt werden.



Bild 1: MB Arcos im Agrarbereich [12]

Figure 1: MB Arcos in agriculture [12]

Anhänger

Die grundlegenden Entwicklungsziele landwirtschaftliche Transportfahrzeuge lassen sich als maximale Nutzlast und -volumen, bei Einhaltung der gesetzlichen Rahmenbedingungen definieren. Der Sattelaufleger entspricht annähernd diesem Ziel. Hier gibt es die Möglichkeiten, dies über Vorderwaagen mit Sattelkupplung als Gliederzug an den Traktor zu montieren [15]. Als Entladesysteme sind besonders in der Häckselgutkette immer mehr Band- [13] oder Abschiebesysteme [16] anzutreffen. Ebenfalls in der Häckselgutkette setzen sich automatisierte Abdeckungssysteme zur Ladungssicherung durch.

Zur Verbesserung der Transporteigenschaften werden erste landwirtschaftliche Anhänger mit elektrisch angetriebenen Fahrzeugachsen angeboten. Diese unterstützen die Transportfahrzeuge sowohl im Feldeinsatz, als auch bei Straßenfahrten [16]. Speziell für den Biogassektor werden für Anlagen mit dezentralen Substratlagerern Kombianhänger entwickelt. Diese können als Schüttgutfahrzeuge für Silage genutzt werden aber nach dem Anheben

eines doppelten Bodens und dem Ausbilden eines geschlossenen Transportraumes, auch für den Rücktransport von flüssigen Gärresten [17].

Umschlagtechnik

Der Überladewagen hat sich in den letzten Jahren in verschiedensten Betriebsstrukturen für den Transport von Getreide vom Mähdrescher zum Feldrand etabliert. Um diese Struktur aufrecht zu erhalten ist dem Anstieg der Ernteleistung der Mähdrescher auch eine Transportleistungssteigerung der Überladewagen notwendig. Um die damit einhergehenden Fahrzeuggewichte Bodenschonend bewältigen zu können, sind neue Fahrwerkskonzepte notwendig. Teilweise geht man dabei auf drei- bis vier-achsige Systeme [18], was aber zu Schwierigkeiten mit der Wendigkeit auf dem Feld führen kann. Um dies zu umgehen, versucht man einachsige Fahrzeuge mit möglichst großvolumigen Reifen zu bestücken und über teleskopierbare Achsen die Standsicherheit zu gewährleisten. Eine weitere Alternative zur Bodenschonung bei Überladewagen sind Bandlaufwerke [19; 20; 21].



Bild 2: Ropa Nawaro-Maus [22]

Figure 2: Ropa Nawaro-Maus [22]

Im Bereich der Zuckerrübenenernte zeichnet sich auch ein Trend zur Umstellung der Transportlogistik im Feld ab. Durch die Entwicklung von neun-reihigen Rübenvollerntern

reichen die Bunkerkapazitäten für den Transport der Zuckerrüben zur Feldmiete nicht mehr generell aus. Der Zwischentransport der Rüben auf dem Feld mit Traktoren und Anhängern ist nicht bei allen Erntebedingungen sicher und bodenschonend zu gewährleisten. Aus diesem Grund entwickeln sich selbstfahrende Überladefahrzeuge, die ein dem Rübenroder vergleichbares bodenschonendes Fahrwerk besitzen [18; 23]. Durch den Wegfall des Abbunkerns an der Feldmiete werden auch Leistungssteigerungen des Zuckerrübenroders angestrebt.

Durch den Biogasboom der letzten Jahre kam es in der Silagelogistik zu einem deutlichen Anstieg der durchschnittlichen Transportentfernungen, dadurch war es teilweise nötig das bisherige einphasige Erntesystem in ein mehrphasiges Erntesystem umzuorganisieren. Ansätze mit speziellen Überladewagen auf dem Feld [17; 18], können sich nicht allgemein durchsetzen. Erfolgversprechender zeigen sich im Augenblick Systeme mit einem Überlader am Feldrand. Diese gibt es sowohl als mobile Förderbänder mit einer Schüttaufnahme [16], als auch als selbstfahrende Nawaro-Mäuse mit einem Schüttbunker [24] oder einer Aufnahme, die das Häckselgut aus einer Zwischenmiete aufnimmt [22].

Informationstechnologie in der Logistik

Es zeigt sich das Logistik auch immer mehr die Logistik der mit der Ware verbundenen Daten umfasst. Diese Systeme beginnen mit der Datenerfassung in der Einzelmaschine. Dies können Erträge, Gutfeuchte oder Inhaltsstoffe bei Getreide oder Silomais [25; 26] sein, die als Planungsdaten in die Logistikkette mit einfließen. Auch Positionsdaten von Transportfahrzeugen können durch mathematische Modelle zur Kennzahlengenerierung von Verfahrensketten herangezogen werden [27]. Ein wichtiger Schritt stellt hierbei auch die Entwicklung von elektronischen Waagen im Transportanhänger da deren Daten auch für die Abrechnung des Transportgutes geeignet sind [16].

Wenn mehrere Maschinen in einer Logistikkette gleichzeitig auf einer Fläche arbeiten, ist die Kommunikation und der Datenaustausch zwischen den Maschinen für einen optimierten Ablauf zwingend notwendig [28; 29]. Dies kann nicht allein durch eine Kommunikation der Fahrer über Funk oder Ähnliches abgedeckt werden, da es hier zu Missverständnissen und Ermüdungserscheinungen kommt. Hierzu sind automatisierte Systeme notwendig [30; 31]. Eine Basis für die Kommunikation verschiedener Fahrzeughersteller untereinander und mit Betriebsmanagementsystemen wurde im IGreen Projekt gelegt [32; 33]. Eine Möglichkeit einer Kommunikationsstruktur zeigt das Projekt Laseko, bei dem über lokale W-Lan Netze der Einzelmaschinen die Daten bei der Gutübergabe mit übergeben wurden [34]. Andere Kommunikationsstrukturen versenden jeweils angefallene Daten über GSMN an einen zentralen Server im Internet und verbinden Daten und Ware rückwirkend wieder miteinander [26; 32]. Für den mobilen Zugriff auf der Fläche etablieren sich auch immer mehr Smartphones mit Apps, die über die Verknüpfung mit anderen Applikationen, wie z.B. Kartendienste für die Logistik genutzt werden können [35; 36]. Im Zuge des notwendigen Datenaustausches in der Logistik werden auch bisher bestehende Systemgrenzen, wie z.B. zwischen landwirtschaftlichen Schlagkarteien und den elektronischen Datenbanksystemen

von Fahrzeugwaagen, überwunden [37] Dies ist auch gegenüber anderen Systempartner wie z.B. dem Landhandel oder Agrarverwaltung geboten [38; 39].

Auf Basis dieser Daten können entsprechende Optimierungstools aufgesetzt werden [40; 41].



Bild 3: Fliegl FWS ISOBUS-Wiegesystem [16]

Figure 3: Fliegl FWS ISOBUS weighing system [16]

Zusammenfassung

Es zeigt sich, dass die Agrarlogistik aktuell deutlichen technischen und organisatorischen Umstrukturierungen ausgesetzt ist. Der Trend geht zu einer Spezialisierung des Sektors und der Übernahme von Technik aus dem gewerblichen Güterverkehr. Mit der verstärkten Integration von Informationstechnologie sollen die wachsenden Transportketten auch weiterhin handhabbar bleiben.

Literatur

- [1] Hütter, A.: Verkehr auf einen Blick. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt 2013.
- [2] Deutsches Maiskomitee: Anbaufläche Silomais, URL http://www.maiskomitee.de/web/public/Fakten.aspx/Statistik/Deutschland/Anbaufl%C3%A4che_Silomais, 23.12.2013.
- [3] Klein, M. und Baumgarten, E.: Neue Wege zur Optimierung von Rodung und Rübentransport in der Wetterau, URL http://bisz.suedzucker.de/Downloads/Kuratoriumstagungen/2011/Klein_Baumgarten_-_Neue_Wege_zur_Optimierung_Rodung_und_Transport.pdf, 19.1.2014.
- [4] Kowalewsky, H.-H.: Schlepper, Unimog und Lkw im Vergleichstest. BIOGAS Journal (2011) 4, 44-50.
- [5] Götz, S.; Holzer, J.; Winkler, J.; Bernhardt, H. und Engelhardt, D.: Agrarlogistik – Systemvergleich von Transportkonzepten der Getreidelogistik; Landtechnik (2011) 5, 381-386.
- [6] Bernhardt, H.; Götz, S.; Heizinger, V.; Zimmermann, N. und Engelhardt, D.: Energy consumption of agricultural transports an influencing factors, International Conference of Agricultural Engineering CIGR-AgEng 2012, 8.-12. July 2012, URL http://cigr.ageng2012.org/images/fotosg/tabla_137_C1768.pdf, Valencia / Spain.
- [7] Reckleben, Y. und Thomsen, H.: Getriebevergleich bei Traktoren im Straßentransport. Landtechnik (2013) 2, 126-129.
- [8] Reckleben, Y.; Schäfer, N. und Weißbach, M.: Steigerung der Effizienz bei Straßentransporten mit unterschiedlichen Reifentypen für Traktoren. Landtechnik (2013) 3, 196-201.
- [9] Servadio, P. und Belfiore, N.: Influence of tyres characteristics and travelling speed on ride vibrations of a modern medium powered tractor Part I: Analysis of the driving seat vibration. CIGR Journal (2013) 4, 119-131.
- [10] Döring, G. und Schleicher, R.: Verfahrensalternativen für Biomassetransporte. URL http://www.biogas-forum-bayern.de/publikationen/Verfahrensalternativen_fur_Biomassetransporte.pdf, 21.01.2014
- [11] Heitkämper, K.; Wagner, A. und Schick, M.: Mehrphasige Transportverfahren in der Silomaisernte. Landtechnik (2012) 5, 350-353.
- [12] Mercedes Benz: Mercedes-Benz auf der Agritechnica 2013 Neue Generation Unimog und neuer Arocs. Presseinformation, November 2013, Stuttgart.
- [13] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Krampe, URL <http://www.krampe.de>, 14.1.2014
- [14] Vaupel, M.: Straßenverkehrsrecht im landwirtschaftlichen Betrieb. Oldenburg: Landwirtschaftskammer Niedersachsen, 2013.
- [15] Engelhardt, D.; Zimmermann, N. und Bernhardt, H.: Organisation/Realisation der Getreideernte bis zur Vermarktung. In: Landtechnik für Profis 2013, 71-80. Düsseldorf: VDI-Verlag, 2013.

- [16] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Fliegl, URL <http://www.fliegl-agrartechnik.de>, 14.1.2014
- [17] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Annaburger, URL <http://www.annaburger.de>, 14.1.2014
- [18] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Hawe, URL <http://www.hawe-wester.de>, 14.1.2014
- [19] Fleischmann, M.; Heizinger, V.; Demmel, M.; Brandhuber, R. und Bernhardt, H.: Influence to the soil texture of an single-axle grain auger wagon; In: XXXV CIOSTA-CIGR V Conference "From effective to intelligent farming and forestry", Billund/Denmark: CIOSTA, 2013.
- [20] Fleischmann, M.; Bernhardt, H.; Heizinger, V.; Brandhuber, R. und Demmel M.: Analysis of the varying loading scenarios of a grain auger wagon during harvest. In: XXXV CIOSTA-CIGR V Conference "From effective to intelligent farming and forestry", Billund/Denmark: CIOSTA, 2013.
- [21] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Horsch, URL <http://www.Horsch2.com>, 14.1.2014
- [22] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Ropa, URL <http://www.ropa-maschinenbau.de>, 14.1.2014
- [23] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Holmer, URL <http://www.holmer-maschinenbau.de>, 14.1.2014
- [24] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Palandt, URL <http://www.palandt-agrartechnik.de>, 14.1.2014
- [25] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Claas Agrosystems, URL <http://www.claas-agrosystems.com/>, 14.1.2014
- [26] -, -: Internetauftritt des Unternehmens John Deere, URL <http://www.deere.de>, 14.1.2014
- [27] Heizinger, V. und Bernhardt H.: Algorithmische Analyse von Transportsystemen für Biomasse, Landtechnik (2012) 1, 22-25.
- [28] Bochtis, D.; Sørensen, C., Busato, P. und Berruto, R.: Benefits from optimal route planning based on B-patterns. Biosystems Engineering (2013) 4, 389-395.
- [29] Orfanou, A.; Busato, P.; Bochtis, D.; Edwards, G.; Pavlou, D.; Sørensen, C. und Berruto, R.: Scheduling for machinery fleets in biomass multiple-field operations. Computers and Electronics in Agriculture (2013) 94, 12-19.
- [30] Schattenberg, J.; Harms, H.; Lang, T.; Becker, M.; Batzdorfer, S.; Bestmann U. und Hecker, P.: Datenaustausch in mobilen Maschinenverbänden zur echtzeitfähigen Positionierung. Landtechnik (2013) 5, 359-364.
- [31] Robert, M. und Lang, T.: Gefahrenraumallokation mittels Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation. Landtechnik (2012) 6, 432-434.
- [32] Meyer, A.; Kormann, G.; Rusch, C. und Grothaus, H.: Entwicklung und Standardisierung einer herstellerübergreifenden drahtlosen Kommunikation im Forschungsprojekt iGreen. VDI-MEG LandTechnik 2012 Karlsruhe November 2012 S.103-110. Düsseldorf: VDI-Verlag 2012.

- [33] Horstmann, J.: iGreen: Datenmanagement von der Forschung bis zum Praxiseinsatz. VDI-MEG LandTechnik 2012 Karlsruhe November 2012 S.111-118. Düsseldorf: VDI-Verlag 2012.
- [34] Rusch, C.: Untersuchung der Datensicherheit selbstkonfigurierender Funknetzwerke im Bereich von mobilen Arbeitsmaschinen am Beispiel der Prozessdokumentation. Berlin: Selbstverlag 2012.
- [35] Horstmann, J.: Tablets and mobil devices used as data management devices for agricultural machinery. VDI-MEG LandTechnik 2013 Hannover November 2013 S.461-468. Düsseldorf: VDI-Verlag 2013.
- [36] Bosch, J. und Bernhardt, H.: JD-Link iOS Application – als Anwendungsbeispiel für ein App in der Agrartechnik, 32. GIL-Jahrestagung: Informationstechnologie für eine nachhaltige Landbewirtschaftung, 29. Februar.-1. März 2012, S. 51-54, Freising: GIL, 2012.
- [37] Pauli, A.; Angermaier, W.; Tüller, G. und Bernhardt, H.: Evaluierung von Dokumentationsdaten elektronischer Erfassungssysteme in der Erntelogistik von Biomasse
- [38] Reinecke, M.; Schäperkötter, C.; Grothaus, H.; Stiene, S.; Hartanto, R. und Scheuren, S.: Dynamisch, verteilte Infield-Planungssysteme für die Getreideernte. VDI-MEG LandTechnik 2012 Karlsruhe November 2012 S127-132. Düsseldorf: VDI-Verlag 2012.
- [39] Gaese, C.; Bernhardt, H.; Popp, L.; Wörz, S.; Heizinger, V.; Damme, T.; Eberhardt, J. und Kluge, A.: Entwicklung eines Planungssystems zur Optimierung von Agrarlogistik-Prozessen. 33. GIL-Jahrestagung: Massendatenmanagement in der Agrar- und Ernährungswirtschaft, 20.-21. Februar 2013, S. 91-94, Potsdam: GIL, 2013.
- [40] Holzer, J. und Bernhardt, H.: Optimierungs- und Simulationsansätze in der Getreidelogistik unter Berücksichtigung der automatisierten Prozessdatenerfassung während des Mähdruschs. Freising: GIL, 2012, 139-142.
- [41] Wörz, S.; Heizinger, V.; Bernhardt, H.; Gaese, C.; Popp, L.; Damme, S.; Eberhardt, J. und Kluge, K.: Routenplanung für landwirtschaftliche Fahrzeuge, 33. GIL-Jahrestagung: Massendatenmanagement in der Agrar- und Ernährungswirtschaft, 20.-21. Februar 2013, S. 359-362, Potsdam: GIL, 2013.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Scientific Review

Bernhardt, Heinz: Logistik. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2014. S. 1-9

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055003>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/139.html>

Arbeitswissenschaft

PD Dr. habil. Matthias Schick,

Agroscope - Institut für Nachhaltigkeitswissenschaften INH

Kurzfassung

Die sich ständig verändernden Rahmenbedingungen in der Land- und Forstwirtschaft führen zur vermehrten Nachfrage nach objektiven, validen und reliablen Kalkulationsunterlagen für Praxis, Beratung und Forschung. Bisherige Kalkulationssysteme auf der Grundlage von Schätzungen oder statischen Berechnungen mit linearen Interpolationen werden dieser Anforderung nicht gerecht.

Die zunehmende Digitalisierung der Arbeitswelt führt zu wachsenden Herausforderungen. Informations- und Datentechniken bestimmen immer mehr den Arbeitsalltag. Auch in Land- und Forstwirtschaft sowie im Gemüsebau werden zunehmend Arbeitsvorgänge digitalisiert, standardisiert und vernetzt.

Aufgrund des zunehmenden technischen Fortschritts sinkt die physische Belastung tendenziell. Die psychischen Belastungskomponenten zeigen demgegenüber allerdings eine steigende Tendenz auf.

Schlüsselwörter

Arbeitszeit, Arbeitsbelastung, Schwachstellenanalyse, Arbeitsorganisation, Arbeitssicherheit

Farm Work Science

PD Dr. habil. Matthias Schick,

Agroscope Tänikon - Institut für Nachhaltigkeitswissenschaften INH

Abstract

The constantly changing framework conditions in agriculture and forestry are leading to an increased demand for objective, valid and reliable calculation bases for research, extension and practice. Previous calculation systems based on estimates or statistical calculations with linear interpolations do not meet this requirement.

The increasing digitisation of our working environment is leading to growing challenges. More and more, information and data technology govern our daily working lives. Work processes in agriculture, forestry and vegetable production are also increasingly being digitised, standardised and networked.

Increasing technological progress is tending to cause our physical workload to decrease, whilst exacerbating the psychological stress components in our lives.

Keywords

work time requirements, workload, weak point analysis, work organization, work safety

Arbeitszeitbedarf

Die Messung des Arbeitszeitbedarfs in der Landwirtschaft stellt die Forschung noch immer vor grosse Herausforderungen. In der Aussenwirtschaft können zwar mittlerweile über hochgenaue Positionierungsverfahren exakte Weg-Zeit-Modelle erstellt werden. Die Zuordnung zu einem übertragbaren Zeitgliederungsschema mit exakt definierten und automatisiert zuteilbaren Ablaufarten ist allerdings noch nicht abgeschlossen. Erste vielversprechende Ansätze wurden beim 19. Arbeitswissenschaftlichen Kolloquium in Dresden vorgestellt [1; 2]. Die Vorgabe ist hierbei die gleichzeitige Betrachtung von Mensch und Arbeitsmittel, die Berücksichtigung der sensorgestützten Datenbetrachtung und weitergehende Differenzierungsmöglichkeiten [3 bis 8].

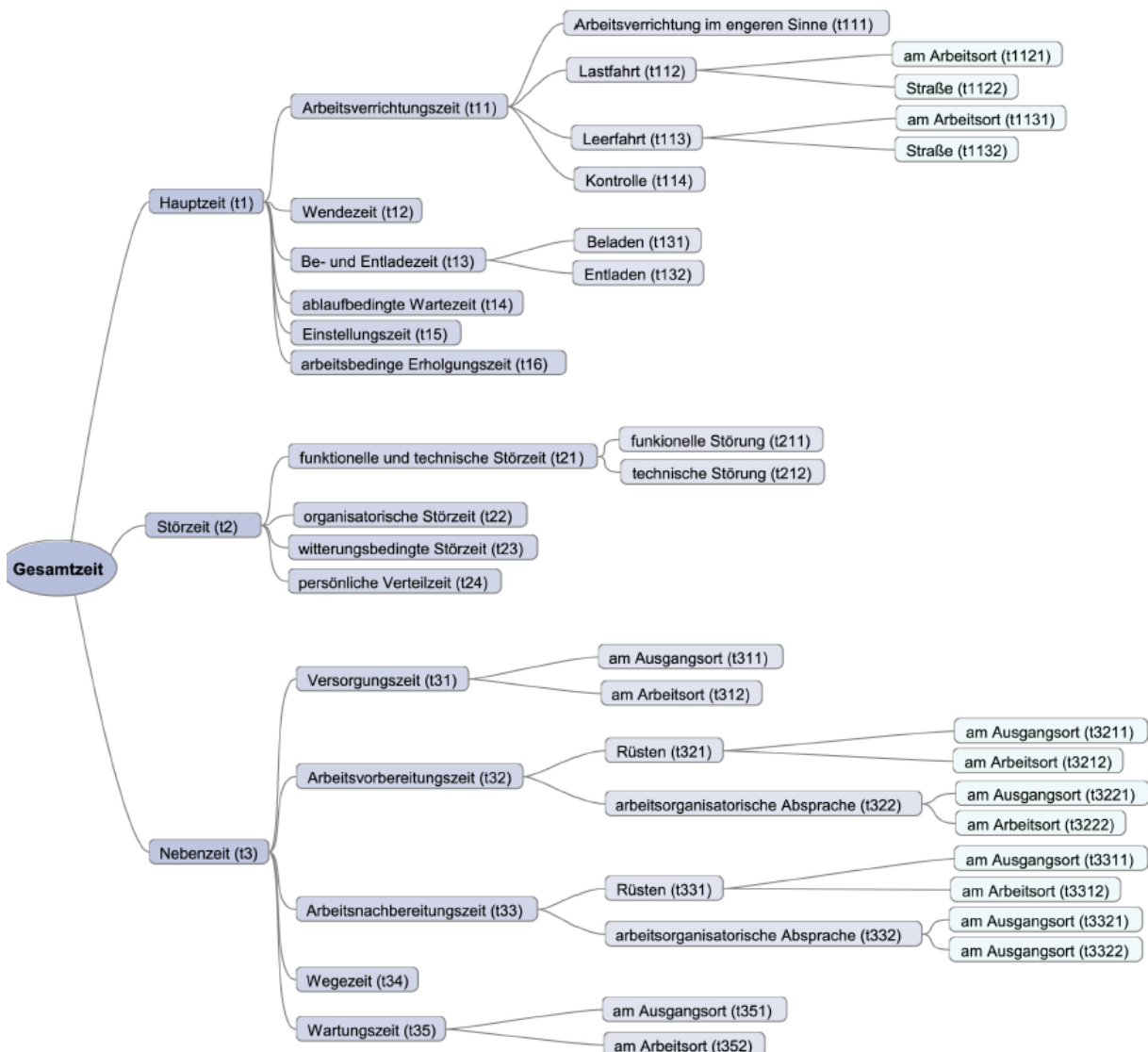


Bild 1: Zeitgliederung des KTBL für landwirtschaftliche Arbeiten [2]

Figure 1: Time classification of KTBL for agricultural work [2]

In der Innenwirtschaft basiert die exakte Arbeitszeitmessung weiterhin auf manuellen Methoden. Erste Ansätze mit automatisierten Verfahren stellen sich als zukunftsweisend, aber noch nicht praxistauglich heraus. Das Ziel hierbei ist die exakte Erfassung von Bewegungen mit einer Genauigkeit von derzeit mindestens 2 cm. Neben den zeitwirtschaftlichen Fragestellungen sollen somit vermehrt auch ergonomische Fragestellungen abgedeckt werden [9].

Betriebsführung

Der Arbeitszeitbedarf für einen Landwirtschaftsbetrieb setzt sich aus den direkt produktionsbezogenen Tätigkeiten, den Sonderarbeiten und den Betriebsführungstätigkeiten zusammen. Zur Optimierung der Betriebsführung in der Innen- und Aussenwirtschaft werden vermehrt mobile elektronische Hilfsmittel eingesetzt [10 bis 13]. Die funktionelle Unterscheidung dieser Hilfsmittel erfolgt über die Einordnung als exekutives oder als evaluatives Hilfsmittel. Die Herausforderung zukünftiger Forschungsarbeiten liegt im Systemansatz. Dies bedeutet eine notwendige Verknüpfung der Ausführungs- und Managementhilfen [14].

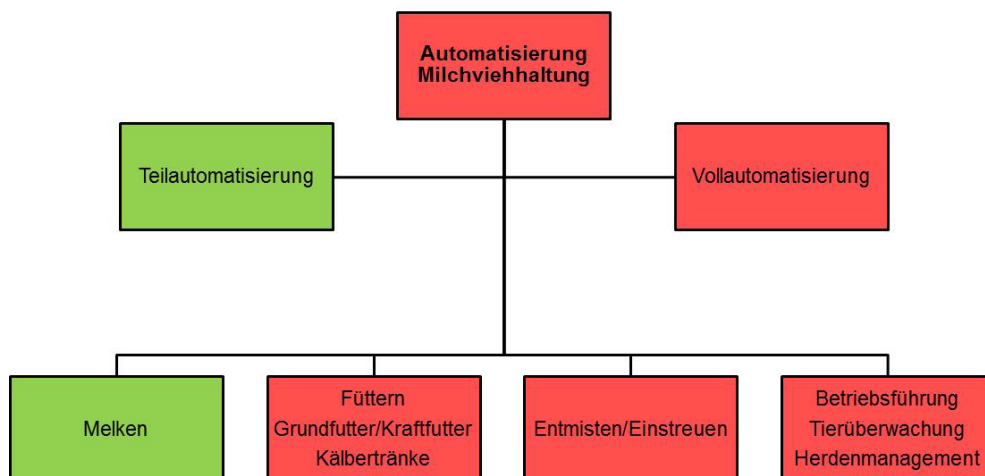


Bild 2: Systematik der Automatisierung in der Milchviehhaltung [14]

Figure 2: Nomenclature of automation in the dairy farming [14]

Arbeitsorganisation

Zur Optimierung der Arbeitsorganisation werden in der landwirtschaftlichen Produktion vermehrt Checklisten und Standardarbeitsanweisungen (SOP) eingesetzt. Hierdurch können Vorteile für Betriebsleiter und Mitarbeitende herausgestellt werden. Der Mitarbeiter hat eine konkrete Handlungsanweisung nach der er standardisiert vorgehen kann. Nach der korrekten Arbeitserledigung kann er das Tagesprotokoll visieren und damit auch sein Verantwortungsbewusstsein dokumentieren. Der Betriebsleiter hat einerseits die Verantwortung für die korrekte Erstellung der SOP und andererseits eine Kontrollmöglichkeit über die Arbeitserledigung. Die zukünftige Herausforderung besteht in der Weiterentwicklung der Arbeitsanweisungen und dem Umgehen mit nicht standardisierten Situationen. Hierzu

werden mittlerweile weitergehende Hilfsmittel zur IST-Analyse auf Landwirtschaftsbetrieben von der Forschung bereitgestellt [15 bis 21].

Kalkulations- und Bewertungssysteme

Zur Bewertung der landwirtschaftlichen Arbeit werden derzeit verschiedenste Forschungsarbeiten durchgeführt. Einerseits werden die vorhandenen Zeitgliederungsschemata überarbeitet um eine verbesserte Verknüpfung von händischen und automatisierten Zeiterfassungsverfahren sicherzustellen. Andererseits dienen Bewertungssysteme zukünftig auch vermehrt zur Optimierung von Arbeitsverfahren. Interessante Ansätze hierzu werden derzeit von mehreren Institutionen entwickelt [22 bis 25].

Arbeitsplatzbedingungen

Die Verbesserung der Arbeitsplatzbedingungen in Land- und Forstwirtschaft sowie im Gartenbau ist ein grundlegendes Ziel der arbeitswissenschaftlichen Forschung. Insbesondere im Gartenbau wurden hierzu in den letzten Jahren deutliche Fortschritte erreicht [26]. Für die gesamte Landwirtschaft wurde vom ILO (International Labour Office) eine ergonomische Checkliste erarbeitet. Hierin sind 100 Beispiele mit guter Arbeitspraxis und Handlungsanleitungen veröffentlicht [27].

Arbeitssicherheit

Die langjährigen Ergebnisse aus Unfalldatenbanken und Unfallberichtsanalysen lassen einen grossen Optimierungsbedarf hinsichtlich Forschung und Umsetzung von sicherheitsrelevanten Themen erkennen. In der Maschinenrichtlinie 2006/42*EG und verschiedenen Normen (z.B. DIN ISO 4254-1) sind die Anforderungen an die technische Ausgestaltung aufgeführt.

Tabelle 1: Sicherheitstechnische Defizite bei Auf- und Abstiegen von Neutraktoren verschiedener Hersteller (n=13) [28]

Table 1: Safety deficiencies in ascents and descents of new tractors by different manufacturers [28]

Indikatoren	Neutraktoren (n=13)
Abstand 1. Stufe von Untergrund (über 550/500mm*)	54%*
Rutschige Trittbrettoberflächen	31%
Ganz* o. teilweise fehlende seittl. Begrenzung der Stufen	15%*
	46%
Geringe Neigung der Aufstiege (unter 65°)	54%
Zugang zu Traktorsitz (weniger als 300 mm)	15%
Zu geringe Stufenbreite (weniger als 300 mm)	8%
Zu geringe Trittbrettbreite (weniger als 150 mm)	15%
Auftrittsbreite (weniger als 140 mm, Vorwärtsaussteigen)	77%
Abweichung der Stufenabstände (über 40 mm)	15%
Blinker/Licht am Handlauf montiert	69%

Dennoch sind auch bei neuen Maschinen immer noch sicherheitstechnische Defizite erkennbar [28]. Insbesondere bei automatisierten Arbeitsverfahren und Systemkomponenten sind weitere Forschungsarbeiten notwendig.

Zusammenfassung

Die Digitalisierung der Arbeitswelt beinhaltet für die gesamte Land- und Forstwirtschaft sowie den Gartenbau grosse Herausforderungen. Moderne und zeitnahe Informations- und Kommunikationstechniken bestimmen sowohl den Arbeitsalltag als auch das Freizeitverhalten. Durch die zunehmende Digitalisierung kann die Chance zu einer vermehrten Standardisierung genutzt werden ohne individuelle Gestaltungsräume zu verhindern.

Die vermehrte Vernetzung in Innen- und Aussenwirtschaft kann gleichzeitig dazu genutzt werden einzelne isolierte Arbeitsverfahren in einem landwirtschaftlichen System zu betrachten und damit Synergien zu erzeugen. Ein interessanter Trend ist dabei der zunehmende Bedarf an arbeitswissenschaftlichen Grunddaten im Zeitverlauf. An der TUM werden dementsprechend vermehrt arbeitswissenschaftliche Schriften und Bildmaterial digitalisiert und online zur Verfügung gestellt [29]

Die vollständige Automatisierung von Arbeitsverfahren ist zwar bislang nur in wenigen Teilbereichen erfolgreich und wirtschaftlich machbar. Der eindeutige Trend in diese Richtung wird sich aber zukünftig noch weiter verstärken.

Die Betrachtung psychischer Komponenten bei der menschlichen Arbeitsbelastung wird ebenfalls zukünftig vermehrte nationale und internationale Forschungskapazitäten binden.

Literatur

- [1] Fechner, W.: Anforderungen an ein Zeitgliederungsschema in der Landwirtschaft. 19. Arbeitswissenschaftliches Kolloquium, Dresden; Bornimer Agrartechnische Berichte H. 83 (2013) S. 7 - 13.
- [2] Winckler, B. und Frisch, J.: Weiterentwicklung der Zeitgliederung für landwirtschaftliche Arbeiten. 19. Arbeitswissenschaftliches Kolloquium, Dresden; Bornimer Agrartechnische Berichte H. 83 (2013) S. 14 - 21.
- [3] Schick, M.: The standard labour unit as a basis for calculating direct payment systems. XXXV CIOSTA Conference "From Effective to Intelligent Agriculture and Forestry". Billund (DK), (2013) p 1 - 7.
- [4] Heitkämper, K., Stehle, T. und Schick, M.: Working time requirement for different field irrigation methods. XXXV CIOSTA Conference "From Effective to Intelligent Agriculture and Forestry". Billund (DK), (2013) p 1 - 8.
- [5] Rauter, K., Wagner, A., Heitkämper, K., Schick, M. und Quendler, E.: Arbeitszeitbedarf in der bäuerlichen Gästebearbeitung. Arbeitswirtschaftliche Kalkulationsgrundlagen für den Agrotourismus neu im «ART-Arbeitsvoranschlag». ART-Bericht, 770, (2013), S. 1 - 11.
- [6] Wagner, A., Juschkat, M., Heitkämper, K., Stadelmann, M., Hartmann, S. und Schick, M.: Arbeitszeitbedarf zur Betreuung von Biogasanlagen. 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau – Ideal und Wirklichkeit: Perspektiven ökologischer Landbewirtschaftung, 5.- 8. März, 2013. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn: Neuhoff, D.(et al.), Köster, Berlin. (2013), S. 760 - 763.
- [7] Dörfler, R., Hackspacher, S., Schick, M. und Bernhardt, H.: Arbeitszeitbedarf für die Betreuung von Milchkühen in unterschiedlich gestalteten Special Needs Bereichen. 19. Arbeitswissenschaftliches Kolloquium, Dresden; Bornimer Agrartechnische Berichte H. 83 (2013), S. 104 - 115.
- [8] Handler, F., Blumauer E. und Pezzolla, D.: Einfluss der Umtriebszeit auf Arbeitszeitbedarf und Kosten der Ernte von Kurzumtriebsflächen. 19. Arbeitswissenschaftliches Kolloquium, Dresden; Bornimer Agrartechnische Berichte H. 83 (2013), S. 158 - 169.
- [9] Herzog, C. und Schick, M.: Methoden zur automatisierten Messung von Arbeitszeit in Gebäuden. 19. Arbeitswissenschaftliches Kolloquium, Dresden; Bornimer Agrartechnische Berichte H. 83 (2013), S. 123 - 127.
- [10] Gase, C-F., Bernhardt, H., Popp, L., Wörz, S., Heizinger, V., Damme, T., Eberhardt, J. und Kluge, A.: Entwicklung eines Planungssystems zur Optimierung von Agrarlogistikprozessen, 33. GIL-Jahrestagung, Massendatenmanagement in der Agrar- und Ernährungswirtschaft, (2013), S. 91-94, Potsdam, ISBN 978-3-88579-605-3.

- [11] Pauli, S., Tüller, G., Angermair, W. und Bernhardt, H.: Entwicklung eines benutzerfreundlichen und einheitlichen Workflows zur Verarbeitung heterogener und komplexer Prozessdaten, 33. GIL-Jahrestagung, Massendatenmanagement in der Agrar- und Ernährungswirtschaft, (2013) S. 263-266, Potsdam, ISBN 978-3-88579-605-3.
- [12] Engelhardt, D., Zimmermann, N. und Bernhardt, H.: Organisation der Getreideernte – Einflussfaktoren und Chancen, VDI-MEG Tagung Landtechnik für Profis (2013) S. 71 - 80, ISBN 978-3-18-092192-1.
- [13] Pauli, S., Angermair, W., Tüller, G. und Bernhardt, H.: Evaluierung von Dokumentationsdaten elektronischer Erfassungssysteme in der Erntelogistik von Biomasse; VDI-Tagung LAND. TECHNIK (2012) S.205 - 210, ISBN 978-3-18-092173-0.
- [14] Schick, M.: Human labours as an optimization parameter in the management of small-scale farms. In M. Zlowodzki (Ed.), *Ergonomia w warunkach gospodarki opartej na wiedzy*. Lublin: Komitet Ergonomii PAN, (2013) p 325 - 334.
- [15] Fleischmann, M., Bernhardt, H., Heizinger, V., Brandhuber, R. und Demmel, M.: Analysis of the varying loading scenarios of a grain auger wagon during harvest; XXXV CIOSTA-CIGR V Conference "From effective to intelligent farming and forestry" 3.-5. July 2013, Billund/Denmark, (2013) p. 57 and CD p 6.
- [16] Wörz, S., Heizinger, V., Bernhardt, H., Gaese, C.-F., Popp, L., Damme, S., Eberhardt, J. und Kluge, A.: Routenplanung für landwirtschaftliche Fahrzeuge, 33. GIL-Jahrestagung: Massendatenmanagement in der Agrar- und Ernährungswirtschaft, (2013) S. 359 - 362, Potsdam, ISBN 978-3-88579-605-3.
- [17] Heitkämper, K., Schick, M. und Wagner, A.: Schlagkräftige Silierketten durch mehrphasige Transportverfahren. Mit zunehmender Entfernung werden LKW zum Maistransport effizienter. *Mais*, 4, (2013) S. 176 - 179.
- [18] Lauber, S., Herzog, F., Seidl, I., Böni, R., Bürgi, M., Gmür, P., Hofer, G., Mann, S., Raaflaub, M., Schick, M., Schneider, M. K. und Wunderli, R.: Zukunft der Schweizer Alpwirtschaft: Fakten, Analysen und Denkanstöße aus dem Forschungsprogramm AlpFUTUR. ISBN 978-3-905621-55-6, (2013), 200 pp, WSL und Agroscope, Birmensdorf und Zürich-Reckenholz.
- [19] Raaflaub M., Beyer S., Wagner A. und Schick, M.: Fit für die Zukunft: Alpbetriebe entwickeln sich weiter. In: *Zukunft der Schweizer Alpwirtschaft*. Eidg. Forschungsanstalt WSL, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Hrsg. Stefan Lauber (et al.), Birmensdorf, Zürich Reckenholz. (2013) S. 111 - 121.
- [20] Herzog, C. und Schick, M.: Qualitätssichernde Methoden in der Arbeitswirtschaft. 11. Tagung: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. Vechta, 24.-26. September (2013), S. 354 - 359.
- [21] Herzog, C. und Schick, M.: Quality assurance of job analysis in agriculture. XXXV CIOSTA Conference "From Effective to Intelligent Agriculture and Forestry". Billund (DK), (2013) p 1 - 5.

- [22] Wagner, A., Heitkämper, K. und Schick, M.: Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen zur Trennung von Feld- und Strassentransport in der Silomaisenernte. Deutsches Maiskomitee e.V. (DMK), Ausschuss Futterkonservierung und Fütterung (2013), S. 6.
- [23] Mačuhová, J. und Haidn, B.: Entwicklung eines Tools zur Durchführung einer arbeitswirtschaftlichen IST-Analyse in Milchviehbetrieben. 19. Arbeitswissenschaftliches Kolloquium, Dresden; Bornimer Agrartechnische Berichte H. 83 (2013) S. 92 - 103
- [24] Savary, P. und Schick, M.: Automatisierung rund ums Melken. 4. Täglicher Melktechniktagung, Ettenhausen, (2013), S. 1 - 63
- [25] Stark, R., Stehle, T. und Schick, M.: Model for determining the proportion of preservation area to total forage area. XXXV CIOSTA Conference "From Effective to Intelligent Agriculture and Forestry". Billund (DK), (2013) p 1 - 7
- [26] Stehle, T., Stark, R. und Schick, M.: Assessing health impairment in workers on the basis of the ART Work Budget and work hardness groups. XXXV CIOSTA Conference "From Effective to Intelligent Agriculture and Forestry". Billund (DK), (2013) p 1 - 7.
- [27] Jakob, M.: Ergonomische Checkliste für die Landwirtschaft – eine Veröffentlichung des International Labour Office (ILO). 19. Arbeitswissenschaftliches Kolloquium, Dresden; Bornimer Agrartechnische Berichte H. 83 (2013) S. 49 - 53
- [28] Quendler E, Poala C., Kogler, R., Pold, V., Prodinger, L. und Strauss, A.: Arbeitsqualität und Mensch-Maschine-Interaktion in der modernen Landwirtschaft. In: KTBL-Tage 2014, Potsdam (2014), S. 1 - 8
- [29] Auernhammer, H., Seifert, A., Teichert, A. und Bernhardt, H.: Digitalisierte Bilder und Schriften Agrartechnik in der "AgTecCollection in mediaTUM®". In: Referate der 33. GIL-Jahrestagung 20. - 21. Februar 2013, Potsdam "Massendatenmanagement in der Agrar- und Ernährungswirtschaft Erhebung - Verarbeitung - Nutzung" (Hrsg. Clasen, M., Kersebaum, K. C., Meyer-Aurich, A., Theuvsen, B.), Bonn 2013, S. 23 - 26 (siehe auch: <http://mediatum.ub.tum.de/?id=1166389>)

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Schick, Matthias: Arbeitswissenschaft. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2014. S. 1-8

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055005>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/168.html>

Gesamtentwicklung Traktoren

Karl Theodor Renius,

Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik, Technische Universität München

Hermann Knechtges

Institut für Technik, Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen - Geislingen

Kurzfassung

Der weltweite Traktorenumsatz stieg 2012 auf etwa 40 Mrd. € mit Zuwächsen auch in Deutschland. Technologieimpulse kommen derzeit vor allem aus Westeuropa, Stückzahlimpulse aus Indien und China (mit steigenden Exporten). Im Premiumsegment wird die Entwicklung vor allem durch die nächste Emissionsstufe EU 4 / US Tier 4 final getrieben, bei weiterer Automatisierung und verbesserter Energie-Effizienz. Die Leistungsdichten und ebenso die maximalen Leistungen steigen immer noch an. Es gibt viele neue Komponenten, inzwischen fast alle elektronisch ansteuerbar und damit für die Integration in Managementsysteme (Traktor, Traktor-Gerät TIM) geeignet. Die hohen Investitionskosten bei Hauptkomponenten zwingen die Hersteller zu weiter verbesserten Baukastensystemen. Elektrische Systeme befinden sich nach wie vor in einem frühen Stadium.

Schlüsselwörter

Traktor, Ackerschlepper, Traktorenmarkt, Emissionen, Automatisierung, Agritechnica

Agricultural Tractor Development

Karl Theodor Renius,

Chair of Automotive Engineering, Technische Universität München

Hermann Knechtges

University of applied Sciences, Nürtingen - Geislingen

Abstract

The world wide tractor sales increased in 2012 to about 40 billion € with growth also in Germany. Technology impacts are mainly coming from Western Europe, for volumes (with increasing exports) mainly from India and China. The development for the premium segment is mainly driven by the emission regulations EU 4 / US Tier 4 final, but also by further automation and improved fuel economy. Both, the power density and the maximum rated engine power are still increasing. Many new components have been developed, mostly with electronic control for integration ability for automatic system management (tractor, tractor-implement-management TIM). High investment costs of the key components drive the trend to further improved modular systems. Electrification is still in an early stage.

Keywords

Tractor, Farm Tractor, Tractor sales, Emissions, Automation, Agritechnica.

Marktsituation

Der Umsatz der deutschen Traktorenhersteller stieg von 3,41 Mrd. € (2011) auf 3,56 Mrd. € (2012). Die deutsche Produktion blieb 2012 mit 59.213 Traktoren auf hohem Niveau, **Tafel 1** [1, 2]. Neuzulassungen waren mit 36.264 Traktoren sogar so hoch wie lange Zeit nicht mehr.

John Deere hält seine stabile Führungsposition, **Tafel 2**. Fendt liegt als Marke dahinter. Zusammen mit MF und Valtra behält die AGCO-Gruppe die Führung. Same Deutz-Fahr (SDF) hielt sich auf gutem Niveau. Claas und Kubota erreichen nach Einbußen in 2012 fast wieder das hohe Niveau von 2011. Auf den hier nicht gelisteten Plätzen 13 und 16 befinden sich Branson mit Traktoren aus südkoreanischer Produktion und der chinesische Hersteller Futon. Beide Marken verzeichnen noch niedrige, aber stetig ansteigende Marktanteile.

Tafel 1: Traktorengeschäft in Deutschland (Stückzahlen), ab 2003 ohne Geländefahrzeuge [1]

Table 1: Tractor business in Germany (units), from 2003 without terrain vehicles [1]

Jahr/Year	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Produktion Production	53811	51407	59236	54590	58623	60732	65507	46432	50865	60551	59213
Neuzulassungen Newly registered	25649	21866	22110	23492	29015	28451	31250	29464	28587	35977	36264
Exporte Exports	43143	42745	50206	44601	46372	49931	54235	36758	40769	47886	46301
Besitzumschreib. Changing owner	74974	74349	73954	74715	77211	84601	86719	87175	93084	96.597	110380

Tafel 2: Marktanteile der größeren Anbieter bei den Traktoren-Neuzulassungen in Deutschland (in % der Gesamtzulassungen [1], für 2013 nach Statistik des Kraftfahrtbundesamtes).

Table 2: Market shares of the major tractor suppliers in Germany (% of total registrations in units [1], for 2013 according to statistics of the German "Kraftfahrtbundesamt")

Jahr/Year	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
John Deere	20,9	20,8	22,2	21,1	21,2	20,7	19,8	19,8	19,3	19,7	20,9	20,9	21,3
Fendt	19,6	17,7	17,9	17,4	16,8	16,0	17,1	17,2	17,2	16,5	15,9	16,5	17,3
Case IH+Steyr	12,8	13,3	11,7	10,8	8,8	9,1	9,4	10,0	9,6	9,1	8,0	10,1	7,7
Deutz-Fahr	7,7	7,9	9,1	9,7	10,1	10,7	11,5	11,5	10,6	10,8	10,8	10,9	10,5
Claas	-	-	-	4,5	5,9	5,5	6,8	6,6	7,8	7,3	8,2	6,8	8,0
New Holland	7,3	7,4	7,1	6,1	5,1	6,0	5,6	5,7	5,8	6,7	5,7	6,7	7,0
MF	4,2	4,5	4,5	4,0	4,2	4,4	4,5	4,5	4,0	3,7	4,1	5,0	4,2
Same	2,9	2,9	3,3	2,9	3,0	3,2	2,9	3,2	3,0	2,5	2,3	2,3	1,9
Kubota	1,7	2,1	2,2	3,1	3,0	3,3	3,2	2,8	3,3	4,5	5,2	3,7	5,0
Iseki	1,9	2,0	2,4	2,4	2,9	3,0	2,8	2,5	2,6	3,5	3,1	2,8	2,8
Valtra	2,0	2,2	2,1	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,8	1,5	1,9	2,1	2,1
Merc.-Benz	2,4	2,3	2,0	1,7	1,9	2,1	1,5	1,5	1,7	1,5	1,5	1,3	1,4

Der weltweite Landtechnik-Jahresumsatz wuchs in 2012 auf einen neuen Rekord von etwa 91 Mrd. € [2]. Den Anteil für Traktoren schätzen die Verfasser auf etwa 40 Mrd. €.

Plattformprinzip und Baukastensysteme zur Reduzierung der Teile- und Komponentenzahl und letztlich der Kosten bleiben für die großen Hersteller langfristige strategische Ziele - auch bei Mehrmarkenstrategien. Aus vertrieblichen Gründen sind Differenzierungen vor allem im Erscheinungsbild und in der Handhabung (Fahrerplatz, Software) üblich.

Für die Zukunft der Agrartechnik ist bedeutsam, dass die Weltbevölkerung nach [3] bis 2050 auf etwa 9,2 Mrd. Menschen anwachsen wird, also um fast 1/3 mehr als heute. Infolge veränderten Konsums (mehr Fleisch) rechnet die FAO jedoch mit bis zu 70 % Nachfragezuwachs bei Nahrungs- und Futtermitteln. Einschließlich der Energiepflanzen liegen die Schätzungen von Fachleuten sogar bei 80 bis 100 % Mehrbedarf. Diese Herausforderung macht die Agrartechnik immer mehr zu einer globalen Schlüsseltechnik, zumal gleichzeitig in sehr vielen Ländern auch noch großer agrartechnischer Nachholbedarf besteht.

Übersichten, Entwicklungsgrundlagen, Testberichte

2012 erschien mit [4] ein umfangreiches spanisches Buch über die Technik von Traktoren. Die traditionellen ATZ-Übersichten wurden 2013 fortgesetzt [5]. Eine Übersicht über die Traktorentechnik der AGRITECHNICA erschien mit [6]. Alternative Antriebssysteme wurden auf der 4. KIT Fachtagung "Hybridantriebe für mobile Arbeitsmaschinen" behandelt [7]. Zur nachträglichen Geräuschreduzierung und Lösung von thermischen Problemen wurden in [8] Maßnahmen diskutiert. Ein weiterer Beitrag berichtet über Grundlagen und Anwendungen von Überlastkupplungen für Zapfwellengeräte [9] mit interessanten Messergebnissen für die stark dynamischen Drehmomentbelastungen beim Antrieb einer Großpackenpresse.

Konzepte moderner Traktorlenkungen und Lenkassistenten werden in [10] skizziert. Bei großen Maschinen geht man inzwischen von der klassischen Hilfskraftlenkung zu Fremdkraftkonzepten über, bei denen eine zweite (Not-) Energiequelle nötig ist, im Falle Fendt (Reihen 700, 800, 900) ist das z. B. eine radgetriebene Ölpumpe. Fremdkraft gewinnt auch bei den Bremsen größerer Traktoren weiter an Bedeutung.

Nach einer interessanten Studie aus Italien [11] ergaben sich für 100 Traktoren (Allradantrieb) mit durchschnittlich 113 kW Nennleistung für (extrapolierte) 12.000 Betriebsstunden Gesamtkosten für Wartung und Reparatur einschließlich Reifen von ca. 50 % des Kaufpreises. Dabei trat in Norditalien der erste Reifenersatz typisch nach etwa 4000 Betriebsstunden auf. Pro Jahr waren die Traktoren durchschnittlich 798h im Einsatz (Höchstwert 2217 h). Nach aktuellen Unterlagen des KTBL [12] sind die Kosten für Wartung und Reparatur auch in erheblichem Umfang vom Leistungsniveau abhängig: Je größer der Traktor, umso geringer ist ihr Anteil an den Gesamtkosten. Die Kosten je Arbeitsstunde sind ja gleich und die Anzahl der Arbeitsstunden für Wartung und Reparatur steigt nicht proportional mit der Leistung.

Aktuelle OECD Codes sind verfügbar unter www.oecd.org/agriculture/code/tractors.htm.

Interessante Ergebnisse zum Kraftstoffverbrauch (auch bei Transportfahrten) lieferte ein Schleppervergleich in top agrar [13].

Traktorenteknik nach Herstellern

John Deere ergänzte 2012 die 6er-Baureihe um die Modelle 6M (81/87/93/99/106/121 Nenn-kW ECE-R24). Stufe 3B wurde ohne SCR allein mit AGR und Partikelfilter (DPF) erfüllt. Im stückzahlstarken Leistungssegment zwischen 60 und 90 kW bietet John Deere in Deutschland 27 Traktormodelle an. Die oberen Baureihen 7R, 8R/8RT und 9R/9RT sind serienmäßig mit dem JDLink Telemetriesystem ausgerüstet. Damit kann der Kunde und nach dessen Einwilligung auch der Vertriebspartner über das Internet die Maschinen verfolgen bzw. Probleme bearbeiten.

Auf der AGRITECHNICA 2013 wurden (für 2014) überarbeitete Modelle 7R, 8R und 8RT mit Tier 4-Motoren präsentiert, **Bild 1**, die zusätzlich zu Abgasrückführung (AGR), Oxycat (DOC), Partikelfilter (DPF) jetzt auch mit selektiver katalytischer Reduktion (SCR) arbeiten.



Bild 1: Neue Modelle John Deere 7R, 2014
(148/162/177/191/205 Nenn-kW ECE-R24)

Figure 1: New models John Deere 7R, 2014
(148/162/177/191/205 rated kW ECE-R24)

Für diese neuen 7er und 8er soll das bekannte 16/5-Volllastschaltgetriebe [14] durch das neue Konzept e23 (23/11) ersetzt werden, bei unterschiedlichen Versionen für 7er und 8er. Das e23 bietet jetzt auch im Transportbereich eine gute Stufung und hilft über den "Efficiency Manager" Sprit sparen. Weiterhin hat man die Kabinenausstattung verbessert, mit 10 Zoll-Display und Sitz nach rechts um 40 Grad drehbar. Bei den kleinen hydrostatisch angetriebenen Traktoren 4049 R und 4065 R (33,5 / 46,6 Nenn-kW ECE R24) wird der Anbau von Geräten jetzt entscheidend erleichtert. Der Fahrer kann

per Knopfdruck am Kotflügel den Traktor mit extrem niedriger Geschwindigkeit ohne Auf- und Absteigen rangieren (Handbremse leicht angezogen).

Fendt (AGCO) eröffnete am 28.09.2012 das neue, nun für mindestens 20.000 Traktoren und 28.000 Vario-Getriebe p. a. ausgelegte Traktorenwerk in Marktoberdorf. Dabei lief die erste Maschine der neuen 500er Baureihe vom Band. Die schon im vorigen Bericht vorgestellten vier Typen haben weiterentwickelte Komponenten der 400er Baureihe bei vergrößertem Radstand mit 4l-Motoren (jetzt mit SCR-Technik für Stufe 3B) und 700er VisioPlus-Kabine. Das Vario-Getriebe hat wie beim 400er 2 Fahrbereiche (50 km/h). Die überarbeitete 300er Baureihe (59/66/74/81/88 Nenn-kW ECE R 24) erfüllt ebenfalls Stufe 3B mit SCR-Technik. Zur AGRITECHNICA zeigte man ferner die überarbeiteten Baureihen 800 und 900, **Bild 2**. Für Abgasstufe 4 werden die Emissionen der Motoren (mit Doppelaufladung) zusätzlich zu SCR mit einem passiven Partikelfilter (DPF ohne Kraftstoffeinspritzung) und externer Abgasrückführung (AGR) ausgestattet.

Die Lenkhydraulik wird wie bei einigen anderen Herstellern an das Load-Sensing-System (Verstellpumpe) [15] angeschlossen, bei Fendt noch mit einer konstanten Lenkhilfspumpe unterstützt. Eine Notlenkpumpe hängt Motor-unabhängig am Fahrtrieb. Die vor einigen Jahren eingeführte optionale Reifendruckregelanlage wurde durch eine zweite, voll integrierte Generation ersetzt (Bild 2). Weitere Verbesserungen betreffen das Beleuchtungsmanagement. Traktoren mit elektrischen Hochvolt-Generatoren bietet Fendt noch nicht an - jedoch erregte eine Studie auf der AGRITECHNICA Interesse (siehe Kap. 3.2).



Bild 2: Neueste Baureihe Fendt 800 Vario (147/162/176/191 Nenn-kW ECE R 24, 2014)

Figure 2: Updated tractor models Fendt 800 Vario (147/162/176/191 rated kW ECE R, 2014)

SAME DEUTZ FAHR bekennt sich auf der AGRITECHNICA mit der Ankündigung eines



Bild 3: Neue Baureihe Deutz Fahr Serie 5 (69,5/77/85,5/88 Nenn-kW ECE R 120, 2013)

Figure 3: New tractor family Deutz Fahr series 5 (69,5/77/85,5/88 rated kW ECE R 120, 2013). Foto: A. Jägemann für Deutz-Fahr

neuen Werkes in Lauingen zu Deutschland als langfristigem Produktionsstandort. Bereits in den Markt eingeführt ist die neue Serie 5 (70/77/83/88 Nenn-kW 2000/25/EG) mit 3,6 l-Deutz-Motor (4 Zyl.) und eigenem Stufenlosgetriebe im Modell TTV. Zur Verstärkung der Motorbremswirkung wird der Volumenstrom der Hydraulikpumpen zum Bremsen gedrosselt. Gleichzeitig wird der elektronisch gesteuerte Lüfter zugeschaltet, wodurch eine weitere Motorlast entsteht mit Zusatzkühlung auf Vorrat. Abhängig vom Lenkwinkel wird die Bremswirkung des Motors begrenzt, um so bei Anhängerbetrieb instabile Fahrsituationen (Klappmessereffekt) zu vermeiden.

Für diese Baureihe wurde für Ende 2014 ein unter Last schaltbares Zapfwellengetriebe angekündigt, Kap. 3.2. Die Stummeldrehzahl kann je nach Motorauslastung zwischen Eco-Modus und Normdrehzahl umgeschaltet werden, um Kraftstoff zu sparen.

Die auf der AGRITECHNICA 2013 gezeigte neue Modellreihe 11 (241, 275, 304 Nenn-kW 2000/25/EG mit MTU-Motor) soll 2015 in den Markt kommen. Der Großtraktor erhält ein Stufenlosgetriebe von ZF (TerraMatic TMG 45), trockene Scheibenbremsen an der Vorderachse und zur Minimierung der Leerlaufverluste eine abkuppelbare Hydraulikpumpe. Zukünftig strebt SDF bei den Schwestermodellen des Konzerns eine starke technische Differenzierung an.

Case IH (CNH) stellte 2013 die überarbeiteten Magnum- und Quadtrac-Modelle vor. Beide erheben den Anspruch, die derzeit höchste Leistung in der jeweiligen Bauart anzubieten (Magnum CVX 370: max. 308 kW ISO mit Power Management, Quadtrac 640: 462 Nenn-kW ISO, 509 kW mit Power Management). Die Bandlaufwerkversion Quadtrac wird leistungsgleich mit 4-Rad-Knicklenkung (Steiger) angeboten, kostet dann weniger. Mit dem Case IH Steiger ROWTRAC präsentierte man in den USA eine kleine Klicklenkerbaureihe nach dem Quadtrac-Konzept für bodenschonendes Arbeiten in Reihenkulturen.

Die Magnumbaureihe - **Bild 4** - beinhaltet ein neues, stufenloses Getriebe, siehe Kap. 3.2. Zur SIMA 2013 zeigte Case IH die Baureihe Maxxum CVX (81/89/96 Nenn-kW ISO), Markteinführung Ende 2013, mit 4-Zylinder-SCR-Motoren und dem bekannten Stufenlosgetriebe [17] mit hier allerdings nur 2 Fahrbereichen. Falls keine Hydraulikleistung verlangt wird, senkt ein Leerlaufdrehzahlmanagement 30 Sekunden nach Verlassen des Sitzes die Motordrehzahl von 850 auf 650 min⁻¹ ab. Mit Oxy-Kat und DPF erfüllt der 3,4 l-Motor der Farmall U Pro-Baureihe (73/79/84 Nenn-kW ISO) Stufe 3B. Nahezu baugleich sind die für den österreichischen Markt bedeutenden Steyr-Modelle Profi CVT und Multi.

New Holland (CNH) hatte auf der EIMA 2012 neue Baureihen T4 und T5 mit jeweils 3 Modellen vorgestellt. 2013 führte man die neue obere Baureihe T8000 ein, die bezüglich der Hauptkomponenten (Motor, Getriebe, Achsen, Hydraulik, Kabine) dem CASE IH Magnum entspricht, allerdings ist dort der Motor über der Vorderachse angeordnet und auch die Kabinenausstattung unterscheidet sich erheblich. Für beide Traktorenreihen steht ein gemeinsames, eigenes CVT zur Verfügung, siehe Kapitel 3.2.



Bild 4: Neue Baureihe Case IH Magnum (173/189/209/229/250/270 Nenn-kW ISO, 2014)

Figure 4: New models Case IH Magnum (173/189/209/229/250/270 rated kW ISO, 2014)

Ein Test des New Holland T 7.270 mit dem relativ neuen Doppelkupplungs-CVT "AutoCommand" zeigte bemerkenswert gute Verbräuche im DLG Powermix [16].

Massey Ferguson (AGCO) nutzt jetzt in allen Traktormodellen über 34 kW ausschließlich die konzerneigenen Motoren von AGCO POWER. Auf der AGRITECHNICA 2013 stand die weiterentwickelte obere Baureihe 8700 (bisher 8600) mit 5 Modellen, deren Getriebe und Hinterachsen weitgehend der Baureihe Fendt 900 Vario entsprechen - mit auch etwa gleichem Leistungsbereich. Auch in der neuen Vierzylinderbaureihe 6600 (5 Modelle von 96 bis 110 Nenn-kW ISO) werden für einige Typen parallel zu den bekannten Dyna-4 und Dyna-6 Teillastschaltgetrieben konzerneigene Stufenlosgetriebe eingesetzt. Bemerkenswert sind auch die verbrauchsenkende niedrige Leerlaufdrehzahl von 720/min sowie die im Powermanagementmodus erreichte Maximalleistung von 136 kW (aus 4,9 l). Die zur EIMA 2012 vorgestellten drei neuen Modelle 5600 (59 bis 96 Nenn-kW ISO) mit Dreizylindermotoren und 4-fach-Lastschaltung Dyna-4 erhalten ein modifiziertes Triebstranggehäuse für abgesenkte Ölstände und verringerte Schleppverluste.

Claas nutzte die SIMA 2013, um die neuen Axion 800-Modelle vorzustellen, Markteinführung 2014. Die FPT-Motoren (153/168/186 Nenn-kW ISO) haben einen VTG-Lader und SCR-Kat und erfüllen Stufe 4 ohne Partikelfilter. Das Stufengetriebe mit 6-fach-Lastschaltung wird zur Agritechnica um ein TerraMatic Stufenlosgetriebe von ZF (Nachfolger des Eccom-Konzeptes) ergänzt. Unter anderem wird mit einer weit nach vorn positionierten Kabine eine Achslastverteilung von 50:50 erreicht. Um Schleppverluste zu vermeiden, kann das Frontzapfwellengetriebe über eine Klauenkupplung vom Motor getrennt werden.

Weiterhin stellte Claas auf der AGRITECHNICA 2013 überraschend ein neues, eigenes leistungsverzweigtes CVT vor, das in 2014 für die Arion-Reihe verfügbar sein soll. Der relativ einfache, geschickte Getriebeaufbau wird in Kap. 3.2 beschrieben.

Die Valtra S-Baureihe ist im Antrieb weitgehend baugleich mit der neuen MF-Baureihe 8700 (beide ähnlich dem Fendt 900 Vario). Mit AGCO POWER-Motoren erfüllt Valtra Stufe IV mittels zweifacher, zwischengekühlter Aufladung, EGR und SCR, jedoch ohne DPF. Mit Getriebe und Hinterachse von Fendt erzielte man sehr gute DLG-Verbrauchswerte [18]. Die Strategie des Baukastenprinzips im AGCO-Konzern ist deutlich erkennbar.

Besondere Bauarten

Zur AGRITECHNICA 2013 präsentierte Claas die neue Xerion-Baureihe 4000/4500/5000 mit 308/352/382 Nenn-kW ECE R 120. Die Motoren aus dem MB-Konzern erfüllen die Abgasstufe IV (Tier 4 final). Neue Achsen und ein stärkerer Rahmen ermöglichen trotz des Einsatzleergewichts von ca. 17 t auf dem Feld eine Stützlast an der hinter der Kabine montierten 110er Kugelumlaufkupplung von 15 t.

JCB hat auf der AGRITECHNICA 2013 mit der voll gefederten neuen Baureihe 4000 sehr gut ausgestattete Nachfolger der Serie 2000 vorgestellt. Die Modelle 4160, 4190 und 4220 (118/140/162 Nenn-kW nach 97/68 EG) mit 6-Zyl. AGCO-Power-Motoren (6,6 l, Tier 4 final), Fendt Vario-Getrieben (60 km/h) und optionaler Allradlenkung sollen im Herbst 2014 verfügbar sein.

AGCO hat mit den "kleinen" Modellen Challenger MT700E (261/280/298 Nenn-kW ISO) auf der AGRITECHNICA 2013 drei neue Traktoren mit Bandlaufwerken vorgestellt, Leergewicht 13,7 t. Der Motor von AGCO POWER arbeitet mit 7 Zylindern. Das Volllastschaltgetriebe 16/4 (max. 40 km/h) kommt von Caterpillar. Die 800er Baureihe (336/365/403/440 Nenn-kW ECE R120) arbeitet mit 12-Zylinder-V-Motoren von AGCO-POWER (16,8l). Mit insgesamt 4 Turboladern, bedarfsgerechter, gekühlter Abgasrückführung, DOC und SCR wird Abgasstufe IV (Tier 4 final) ohne Partikelfilter erfüllt [19].

Die österreichische Traktorenfirma Lindner überraschte auf der AGRITECHNICA 2013 mit dem Modell "Lintrac 90" (75 Nenn-kW ISO, Perkins-Motor), einem Standardtraktor für die Alpenregion mit optionaler Hinterachslenkung (max. 20 Grad, Gelände, Frontladen) und neuem stufenlosen ZF Getriebe TMT 09 (siehe Kap. 3.2). Die Serie ist geplant für 2014.

Primär für den schnellen Transport stellt Hovertrac aus den Niederlanden den Prototypen Luctor 544 (ca. 320 kW) vor, der mit unterschiedlich großer Vorder- und Hinterachsackerbearbeitung, Allradlenkung, Zapfwellen und Schwanenhalsanhängung Elemente eines Trac aufweist, jedoch keinen Dreipunkt-Geräteanbau vorsieht [20].

Die Schweizer Firma AEBI präsentierte Ende 2012 den neuen Transporter VT450 Vario (72 kW). Bei dieser Fahrzeugart benutzt man damit erstmalig ein neues leistungsverzweigtes Stufenlosgetriebe [21], siehe auch Kap. 3.2.

Die zur AGRITECHNICA 2013 von Mercedes Benz vorgestellte neue Unimog-Baureihe (115/130/170/200/220 Nenn-kW ISO) erfüllt Abgasstufe 4 u. a. durch einen maximalen Common-Rail-Druck von 2400 bar. Das Getriebe bietet einen stufenlosen Fahrbereich (0-50 km/h, rein hydrostatisch, Schrägscheibenmaschinen), aus dem man ohne Fahrzeugstopp in den mechanischen Fahrbereich wechseln kann.

Traktor und Gerät

Bei Traktor-Implement-Managementsystemen (TIM) kommunizieren Traktor und Gerät über den ISOBUS (ISO 11783). Der praktische Stand der fortschreitenden Einführung wird in [22] besprochen. Viele Hersteller bieten eine ISOBUS-Nutzung über das Traktor-Terminal an. Eine Integration von Tablet-PC's wird in [23] vorgeschlagen. Nach [6] gibt es erste Anwendungen der Kommunikation über Smartphone. Der Normentwurf ISO CD 18497 (2013) widmet sich der Sicherheit der Elektronik auf Landmaschinen und Traktoren. Die AEF (Agricultural Industry Electronics Foundation) hat inzwischen über 150 Mitglieder.

Beim genormten "Power beyond"-Anschluss [24; 25] kann das Gerät mit seinem eigenen Steuergerät über die LS-Leitung die verstellbare Pumpe der Traktorhydraulik direkt ansteuern, die Traktorventile werden im Interesse geringer Verluste umgangen. Leider erschweren lange LS-Steuerleitungen die Qualität der Regelung. Eine andere Lösung zur Reduzierung oder völligen Verhinderung systembedingter Drosselverluste auf Geräten besteht in der Ansteuerung des Traktor-LS-Ventils über den ISOBUS (TIM). Dazu wurde von der Firma Rauch zur AGRITECHNICA 2013 ein weiteres Konzept in Kooperation mit John Deere vorgestellt.

Die 37. ASABE Lecture (2013) beschäftigte sich mit der Energieversorgung von Geräten [26]: mechanisch, hydraulisch oder elektrisch - letzteres aus der Sicht der besonderen Erfah-

rungen von John Deere. Integrierte Generatoren werden einer österreichischen Umfrage zufolge bis etwa 50 kW gewünscht [27], zunehmend beliebte zapfwellengetriebene Generatoren könnten dafür eine Vorstufe bilden.

Gemessene praxisnahe Kraftstoffverbräuche des DLG "Power Mix" (für das System Traktor und Gerät) wurden allgemein zugänglich veröffentlicht [28].

Der Fahrkomfort mit Anbaugeräten hat auf schlechten Straßen dank verstellbarer hydro-pneumatischer Federungen von Frontachse, Kabine und Sitz in Verbindung mit Schwingungstilgung ein hohes Niveau erreicht - Verbesserungspotenzial besteht nach [29] vor allem noch bezüglich der Nickschwingungen beim Ziehen großer Anhängelasten.

Neue Grundlagen zu Antiblockiersystemen bei Traktoren [30] zeigen auch Ansätze zu verbesserten Bremssystemen, einschließlich landwirtschaftlicher Anhänger. Zur Verringerung von Unfällen im Straßenverkehr wird ferner in [31] eine Kommunikation zwischen Traktor und relevanten anderen Verkehrsteilnehmern vorgeschlagen, um z. B. den Freiraumbedarf ausschwenkender Traktorgeräte vorsorglich zu sperren.

Bei Straßentransporten sind Industriebereifungen für Traktoren nach [32] sowohl energetisch als auch im Verschleiß gegenüber AS-Bereifung klar im Vorteil, unter ungünstigen Bodenbedingungen (Acker) aber nach wie vor im Nachteil.

Für Master-Slave-Maschinenkombinationen (elektronische Deichsel) erschien aus einem Forschungsvorhaben mit [33] ein Bericht über sicherheitstechnische Fortschritte.

Nach neueren Messungen können beim Pflügen mit großen Arbeitsbreiten trotz Fahren in der Furche an den oben laufenden Reifen die höheren Radlasten auftreten [34].

Zusammenfassung

Der weltweite Traktorenumsatz stieg 2012 auf etwa 40 Mrd. € mit Zuwächsen auch in Deutschland. Technologieimpulse kommen vor allem aus Westeuropa, Stückzahlimpulse aus Indien und China (mit steigenden Exporten). Im Premiumsegment wird die Entwicklung vor allem durch die nächste Emissionsstufe EU 4 / US Tier 4 final getrieben, bei weiterer Automatisierung und verbesserter Energie-Effizienz. Die Leistungsdichten und ebenso die maximalen Leistungen steigen immer noch an. Es gibt viele neue Komponenten, die inzwischen ab einer gewissen Leistung fast alle elektronisch ansteuerbar sind und sich damit für die Integration in Managementsysteme (Traktor, Traktor-Gerät TIM) eignen.

Die hohen Investitionskosten bei Hauptkomponenten zwingen die Hersteller zu weiter verbesserten, internen Baukastensystemen. Elektrische Antriebe befinden sich nach wie vor in einem frühen Stadium, wobei man sich intensiv um die Standardisierung von Geräteschnittstellen bemüht.

Bildquellen: Werkbilder, sofern nicht anders angegeben.

Literatur

- [1] -.-: Statistische Unterlagen des VDMA Fachverband Landtechnik, Frankfurt/M., Stand Juni 2013.
- [2] Wiesendorfer, G., et al.: Wirtschaftsbericht VDMA Landtechnik 2013. Frankfurt/M.: VDMA 2013.
- [3] (DLG, Hrsg.): Welternährung - welche Verantwortung hat Europa? DLG Wintertagung Münster 10.-12.01.2012. Tagungsband (Archiv der DLG, Band 106). Frankfurt: DLG-Verlag 2012.
- [4] Márquez, L.: TRACTORES AGRÍCOLAS: TECNOLOGÍA Y UTILIZACION. Madrid: Verlag B&H Grupo Editorial 2012.
- [5] Renius, K.Th. und H. Knechtges: Traktoren 2012/2013. Zweisprachig deutsch/englisch. ATZ 115 (2013): Sonderausgabe ATZ offhighway H. 3, S. 10-21.
- [6] Knechtges, H.: Trends bei Traktoren und Transportfahrzeugen auf der Agritechnica. Landtechnik 68 (2013) H. 6, S. 381-383.
- [7] (Verschiedene Autoren): Hybridantriebe für mobile Arbeitsmaschinen, 4. Fachtagung. Karlsruher Schriftenreihe Fahrzeugsystemtechnik H. 15. KIT Scientific Publishing 2013.
- [8] Raida, H.-J., P. Schoenart und I. Jendrik: Akustische und thermodynamische Optimierung landwirtschaftlicher Nutzfahrzeuge. Landtechnik 67 (2012) H. 6, S.449-457
- [9] Nienhaus, C.: Überlastkupplungen in der Landtechnik - Prinzipien und Anwendungen. Landtechnik 67 (2012) H. 6, S.458-464.
- [10] Wiedermann, A.: Auslegung von Lenksystemen in modernen Traktoren. Tagung Land.technik 2012 Karlsruhe 6. und 7.11.2012. In: VDI-Berichte 2173, S. 11-16. Düsseldorf: VDI-Verlag 2012.
- [11] Calcante A., L. Fontanini und F. Mazzetto: Repair and Maintenance Costs of 4WD Tractors in Northern Italy. Transactions ASABE 56 (2013) H. 2, S. 355-362.
- [12] -.-: Kalkulationsunterlagen des Kuratorium für Technik und Bauwesen. Darmstadt 2013.
- [13] Uppenkamp, N. f. Berning und G. Höner: Die stärksten Vierzylinder. Top agrar (2013) H.11, S. 138 - 151 und H. 12, S. 100 - 111
- [14] Renius, K.Th. und G. Sauer: Motoren und Getriebe bei Traktoren. In: Jahrbuch Agrartechnik 8 (1996), S. 55-60 u. 250-251. Hrsg. H.J. Matthies u. F. Meier. Münster: Landwirtschaftsverlag.
- [15] Matthies, H.J. und K.Th. Renius: Einführung in die Ölhydraulik. 7. neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Wiesbaden: Verlag Vieweg+Teubner (Springer) 2011.
- [16] Wilmer, H.: New Holland T7.270: Nicht zu viel versprochen. Profi 25 (2013) H.2, S. 12-18.
- [17] Geimer, M. und K.Th. Renius: Motoren und Getriebe bei Traktoren. In: Jahrbuch Agrartechnik 22 (2010) S. 60-67. Hrsg. H.-H. Harms, F. Meier und R. Metzner. Frankfurt/M.: DLG Verlag 2010.
- [18] Wilmer, H.: Nordische S-Kultur. profi 24 (2012) H. 7, S.14-19.

- [19] Wilmer, H.: 4 Turbolader, 12 Zylinder und bis zu 637 PS. profi 25 (2013) H. 12, S.40-42
- [20] Bensing, T.: 4 Ringender Kämpfer läuft 80. profi 25 (2013) H. 8, S.32-34
- [21] Stirnimann, R.: Leistungsverzweigung beim Aebi VT 450 Vario. Schweizer Landtechnik 75 (2013) H. 2, S. 21-23.
- [22] Berning, F.: Isobus wird ergonomisch. Top agrar 41 (2012) H. 12, S. 94-97.
- [23] Meyer, J., B. Johanning und H. Müller: Pablet-PC erweitert die Maschinenbedienung. Landtechnik 68 (2013) H. 1, S.10-13.
- [24] -.-: Agricultural and forestry tractors and implements – Hydraulic power beyond. Internationale Norm ISO 17567 (Mai 2005).
- [25] Fedde, T.: Hydrauliksteuerungen auf gezogenen Geräten. Mobile Maschinen 4 (2011) H. 3, S. 22-24.
- [26] Stoss, K.J. et al.: Tractor Power for Implement Operation - Mechanical, Hydraulic, and Electrical: An Overview. ASABE-AETC Conference 28.-30.01.2013 Kansas City, Missouri, USA, ASABE, St. Joseph, MI. USA 2013.
- [27] Karner, J. und H. Prankl: Erwartungshaltung der österreichischen Landtechnik-Industrie hinsichtlich elektrischer Antriebe. Tagung Land.technik 2012 Karlsruhe 6. und 7.11.2012. In: VDI-Berichte 2173, S. 335-340. Düsseldorf: VDI-Verlag 2012.
- [28] -.-: DLG Test Reports. Stand 2013. <http://www.dlg.org/tractors.html>.
- [29] Wilmer, H.: Aktive Federungen im Vergleich. Profi 24 (2012) H. 11, S. 12-17.
- [30] Müller, B.: Analyse und Konzeption eines Antiblockiersystems für Traktoren. Forschungsberichte IMN, TU Braunschweig. Aachen: Skaker-Verlag 2013.
- [31] Robert, M. und Th. Lang.: Gefahrenraumallokation mittels Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation. Landtechnik 67 (2012) H. 6, S. 432-434.
- [32] Reckleben, Y., N. Schäfer und M. Weißbach: Steigerung der Effizienz bei Straßen-transporten mit unterschiedlichen Reifentypen bei Traktoren. Landtechnik 68 (2013) H. 3, S. 196-201.
- [33] Jahnke, B. et al.: Verbesserung der Sicherheit von elektronischen Deichseln für Landmaschinen. Landtechnik 68 (2013) H. 3, S. 155-159.
- [34] Brunotte, J., K. Nolting, N. Fröba und B. Ortmeier: Bodenschutz beim Pflügen: Wie hoch ist die Radlast am Furchenrad? Landtechnik 67 (2012) H. 4, S. 265-269.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Renius, Karl-T.; Knechtges, Hermann: Gesamtentwicklung Traktoren In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2014. S. 1-11

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055006>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/140.html>

Motoren und Getriebe bei Traktoren

Karl -Theodor Renius,
Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik, Technische Universität München

Marcus Geimer,
Lehrstuhl für Mobile Arbeitsmaschinen, Karlsruher Institut für Technologie

Kurzfassung

Bei Traktordieselmotoren entwickelt sich die SCR-Technik zur Erfüllung der Abgasstufe IV ab 56 kW zum Stand der Technik. Zusätzliche Dieselpartikelfilter werden nicht allgemein vorgesehen. Deutz-Fahr kündigte für 2014 die Einführung einer lastschaltbaren Zapfwelle an. Mehrere Firmen entwickelten integrierte Luftdruckverstellungen. ZF verbesserte seine Stufengetriebe und stellte ein neues, kleines CVT vor. CNH führte ein neues CVT im oberen Leistungsbereich ein und Claas überraschte mit einem eigenen CVT für die Baureihe Arion. Rein elektrische oder hybride Fahrentriebe sind nach wie vor unbedeutend. Allgemein wird jedoch der Verlustminimierung im gesamten Antriebsstrang große Beachtung geschenkt.

Schlüsselwörter

Traktor, Getriebe, Dieselmotor, SCR, Lastschaltung, CVT, elektrische Antriebe

Tractor Engines and Transmission

Karl -Theodor Renius,
Chair of Automotive Technology, Technical University of Munich

Marcus Geimer,
Chair of Mobile Machines, Karlsruhe Institute of Technology

Abstract

SCR technology is more and more applied for stage IV tractor Diesel engines above 56 kW. Additional Diesel particulate filters (DPF) are not generally introduced. Deutz-Fahr announced for 2014 a power shifted PTO. Several companies developed integrated tire inflation pressure control systems. ZF improved its stepped transmissions and presented a new small CVT. CNH introduced a new CVT in the upper hp range and Claas surprised with an own CVT for the Arion models. Pure electric or hybrid ground drives remained unimportant. High attention is however paid regarding reduction of energy losses within the complete drive line.

Keywords

Tractor, power train, Diesel engine, SCR, transmission, power shift, CVT, electric drives.

Antriebsstrang mit Zapfwelle

Die bisherigen Ergebnisse des DLG-Tests "PowerMix" zeigen, dass Traktoren mit stufenlosen Getrieben im Kraftstoffverbrauch bei Feldarbeit keine grundsätzlichen Nachteile aufweisen müssen, wegen der perfekten Regelbarkeit teilweise sogar besser sind als voll oder teilweise unter Last schaltbare Stufengetriebe. Dieser Trend wird erneut in [1] bestätigt. Im Straßenbetrieb war jedoch nach [2] ein Traktor mit Doppelkupplungsgetriebe etwas sparsamer als der gleiche Typ mit stufenlosem Fahrtrieb.

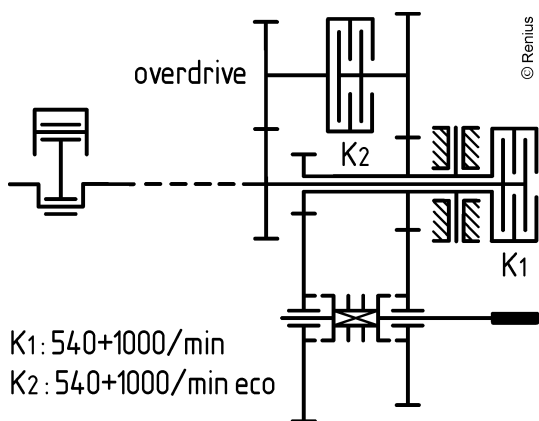


Bild 1: Unter Last schaltbare Zapfwelle von Same Deutz-Fahr, geplant für 2014.

Fig. 1: Power shifted PTO speeds by Same Deutz-Fahr, announced for 2014.

Auf der Basis der Zapfwellenleistungen und Kraftstoffverbräuche werden in [3] Traktor-Effizienzklassen vorgeschlagen. Nach [4] verbrauchten leere Traktorzüge beim Transport durchschnittlich 44 bis 54 l/100km, ein Lkw-Zug 36 l/100km. Ein leistungsstarker 50 km/h-Traktor war dabei nur wenig langsamer als ein Lkw.

Same Deutz-Fahr erregte Aufsehen durch die Ankündigung der ersten unter Last schaltbaren Zapfwelle, **Bild 1**. Kraftschlüssig gewechselt werden kann zwischen den Standarddrehzahlen (K1) und den zugeordneten „Eco“-Drehzahlen (K2, overdrive). Damit sei z. B. bei Teillast elegant auf einen Betrieb mit verminderter Motordrehzahl umzuschalten und so Kraftstoff zu sparen.

In [5] wurde für das Beispiel Pkw aus einem Forschungsvorhaben von FVA (Forschungsvereinigung Antriebstechnik) und FVV (Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen) eine sehr umfassende Analyse der Reibungsverluste im gesamten Antriebsstrang vorgelegt.

Integrierte Systeme für die Reifen-Luftdruckverstellung gibt es bei Fendt (2. Generation). Weitere Entwicklungen hierzu wurden angekündigt für Achsen von ZF und DANA.

Dieselmotoren

Die Umsetzung der europäischen Abgasvorschriften hält an: Für Leistungen größer 56 kW gilt bereits die Stufe IIIB, ab 2013 auch für 37 bis 56 kW. Stufe IV (56-560 kW) wird ab 2014 wirksam. Ab 56 kW besteht wegen des Vorschriftensprungs ein Trend zur SCR-Technik, weil diese günstige Verbräuche ermöglicht [6], allerdings den Motor auch verteuert. In [7] wird berichtet, wie John Deere die "Stufe IIIB/Tier4 interim" allein mit Dieselpartikelfilter (DPF), Diesel-Oxidationskatalysator (DOC) und Abgasrückführung (AGR) realisiert hat und dabei noch ohne selektive katalytische Reduktion (SCR) günstige Verbräuche erreichte.

Mit der Abgasstufe IIIB werden die Emissionen von Non-Road-Motoren nicht mehr stationär (ISO 8178 C1), sondern nach dem dynamischen NRTC-Zyklus entsprechend 2004/26/EG

gemessen. In [8] wird eine inoffizielle "entschärfte" Version vorgeschlagen, mit der man diesen Zyklus über die Zapfwelle vortesten kann, um den Motor nicht ausbauen zu müssen.

Je nach Hersteller und Leistungsklasse wird die Stufe IV/Tier 4 final durch eine Kombination von AGR, DOC, DPF und SCR erreicht. Die Fa. Deutz beispielsweise setzt bei 4 bis 8l-Motoren alle genannten Technologien ein, ab 12l nur DOC und SCR, [9]. Cummins hingegen kombiniert bei Motoren bis 9l Hubraum AGR, DOC und SCR, bei den 12 und 15l-Motoren DPF und SCR, [10; 11] und John Deere propagiert für alle Tier 4 final-Motoren AGR, DOC, DPF und SCR-Systeme, [12].

Eine Übersicht über Historie und aktuelle Entwicklungen der SISU-Dieselmotoren ("AGCO Power") findet man in [13] mit bemerkenswerten Ansätzen für einen Gesamtbaukasten. Die Scheu vor besserer Nutzung des Leistungspotenzials von 4-Zylindermotoren nimmt ab, der Traktor Valtra N 163 Direct bietet aus 4 Zylindern 120 kW Nennleistung [14].

Eine erwartete EG-Vorschrift betrifft Emissionsnachweise im Einsatz, d. h. wird voraussichtlich eine gewisse "Konformität" mit den Messwerten des Herstellers verlangen [15].

Verbrauchsreduzierungen sind im nächsten Schritt noch durch ein besseres Management der Nebenaggregate [16] oder deren Entkopplung von der Drehzahl des Verbrennungsmotors möglich [17], beispielsweise durch elektrisch geschaltete Kupplungen [18], die zusätzlich kurzzeitig kleine Boosteffekte ermöglichen können [19]. Weiter in die Zukunft reichen Ideen, die thermische Abgasleistung über einen Rankine-Dampfprozess zu nutzen [20]. Das Einsparpotenzial wird mit einigen % angegeben, steigend mit der Auslastung. Kolbenmaschinen seien dabei besser als Turbinen.

Gestufte Fahrtriebe

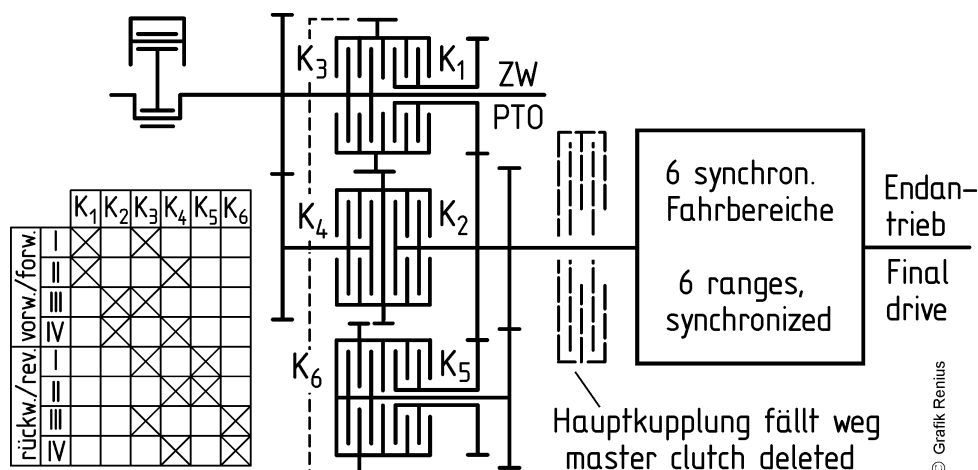


Bild 2: Weiterentwickelte Getriebebaureihen ZF T 7300 und T 7400: Wegfall der Zentralkupplung

Fig. 2: Updated ZF transmission families T 7300 and T 7400: Wet master clutch deleted

ZF stellte mit [21] für seine Getriebereihe T 7000 eine interessante Vereinfachung vor, siehe **Bild 2:** Die mittige, nasse Hauptkupplung fällt weg, die Reibleistung beim Anfahren und

Reversieren wird auf mehrere Lamellenkupplungen der 4-fach-Lastschaltung verteilt. Beispiel Anfahren in Stufe IV vorwärts: Im Endzustand sind K2 und K4 eingerückt (Funktionstafel). Zusätzlich wird K3 anfangs so lange stützend beaufschlagt, bis die Geschwindigkeit der Stufe III erreicht ist - genau dann wird K3 wieder gelöst. Das Reversieren funktioniert ähnlich nach Vorwahl von K6 statt K2. Diese Weiterentwicklung stellt etwas höhere Anforderungen an die Steuerung, spart jedoch erheblich an Kosten, bietet mehr Bauraum, benötigt weniger Kühllöl und reduziert auch etwas die Eintauchverluste. Die bisher verwendete zentrale Kupplung war nicht ohne Grund eingeführt worden - nämlich für eine gute Schaltbarkeit der nachgeordneten Synchronisierungen infolge Abkoppeln von Trägheiten und Schleppmomenten der Lastschaltstufen, siehe z. B. ZF-Fendt-Getriebe im "Favorit 500C", Einführung 1993 [22]. Laut Aussage von ZF brachte jedoch der Wegfall der Schleppmomente und der Trägheitsanteile der nassen Hauptkupplung so viel, dass bei den Synchronisierungen keine größeren Eingriffe nötig waren.

John Deere hat für die Baureihe 7000R auf der Agritechnica 2013 mit dem e23 ein wesentlich weiter entwickeltes Volllastschaltgetriebe vorgestellt [23]. Die 23/11 Stufen bieten vor allem für den Transportbereich eine gegenüber dem Vorgängergetriebe (16/5) verbesserte Stufung mit jetzt abgesenkter Motordrehzahl bei Höchstgeschwindigkeit.

Die bei Traktoren seit Jahrzehnten praktizierte Kostenreduzierung durch Mehrfachnutzung von Zahnrädern und Schaltstellen [24] wird bei Pkw-Getrieben für mehr als 6 Gänge inzwischen auch diskutiert. Hierzu wurden in [25] neue Ansätze für Doppelkupplungsgetriebe vorgelegt, deren bisherige Bauformen einen relativ hohen Zahnradaufwand haben.

Hydrostatisch-stufenlose Fahrtriebe

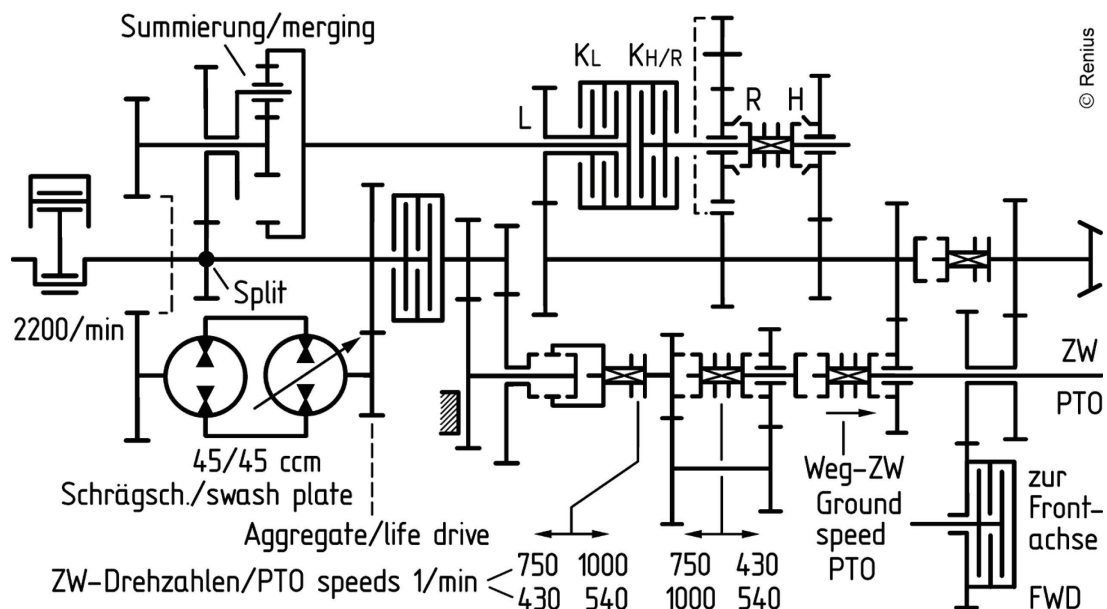


Bild 3: Neues leistungsverzweigtes CVT ZF TerraMatic 09 im LINDNER "Lintrac 90" (74 kW, 2014)

Fig. 3: New power split CVT ZF TerraMatic 09, applied to LINDNER "Lintrac 90" (74 kW, 2014)

Stufenlose, hydrostatisch-leistungsverzweigte Traktor-Fahrertriebe haben sich seit 1996 (Fendt Vario) durchgesetzt. ZF ergänzt als Zulieferer seine Baureihe mit dem neuen, kleinen Getriebe TerraMatic 09 und 11 [26] (37-74 kW) mit zwei Vorwärtsfahrbereichen L und H und einem Rückwärtsfahrbereich R. Umschaltungen unter Last sind möglich bei L-H sowie L-R (Doppelkupplungsprinzip), bei L-H nicht im Synchronpunkt. Der Baukasten ist sehr flexibel. Eine erste Anwendung erfolgt im Lintrac 90 der Fa. LINDNER, **Bild 3**, Serie geplant 2014. Während das Fahrgetriebe gegenüber dem bekannten ZF Eccom deutlich einfacher ausfällt, ist die Zapfwellenteknik den Anforderungen der Alpenregion entsprechend aufwändig. Als besonderes Merkmal kann dabei die Möglichkeit gelten, die Zapfwelle stationär stufenlos zu betreiben, sogar mit Drehrichtungsumkehr (Schaltstellung "Weg-Zapfwelle", Abschaltung Endantrieb).

Die Traktorfirmer entwickeln weiterhin auch eigene Konzepte. Das neue CVT von CNH arbeitet mit eingangs angeordnetem Reversiergetriebe, primär gekoppelter Leistungsverzweigung und nachgeordneten 4 Fahrbereichen, **Bild 4**. Es ist sowohl für die obere Reihe T 8000 von CNH als auch für die Baureihe Magnum von Case IH vorgesehen. Die relativ neue hydrostatische Kompakteinheit von Bosch Rexroth soll dank der 40°-Schrägachsen-einheit im Bestpunkt Wirkungsgrade bis 85 % erreichen (Kombinationen Schrägscheibe-Schrägscheibe liegen erfahrungsgemäß eher bei 78 bis 82 %). Zusätzlich wird die Regelung im Bereich kleiner Drehzahlen der Schrägachsenmaschine erleichtert, da die hier sonst störende erhebliche Kolbenreibung (Querkkräfte, Mischreibung) wegfällt.

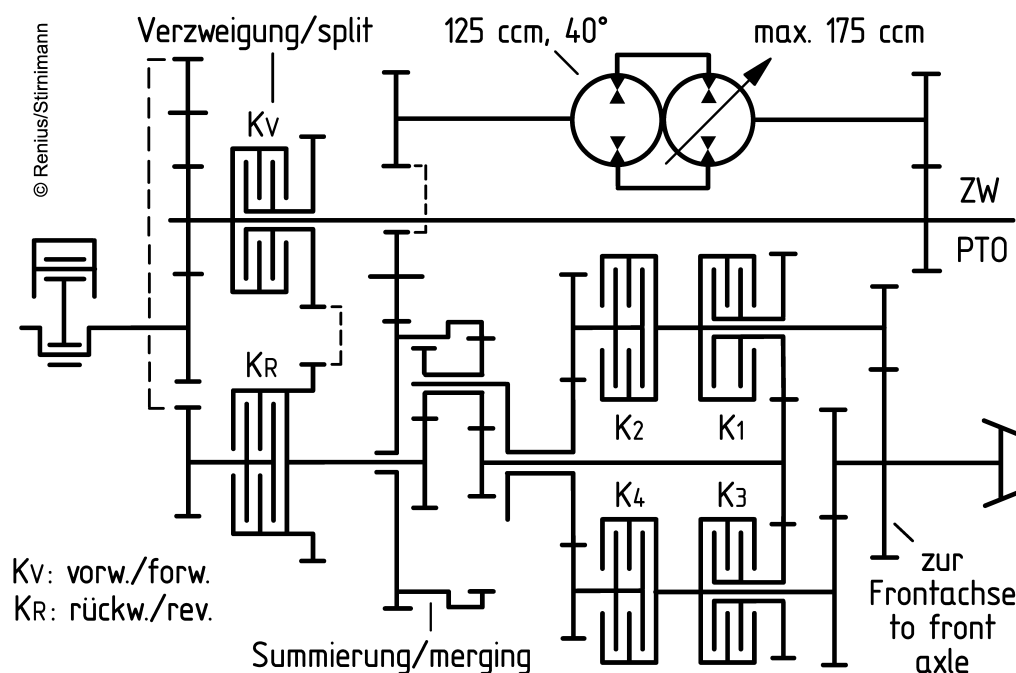


Bild 4: Neues leistungsverzweigtes stufenloses Getriebe von CNH für den oberen Leistungsbereich. Serienanlauf 2013.

Fig. 4: New power split CVT from CNH designed for the upper power level. Series production 2013.

Überraschend wurde von Claas auf der Agritechnica 2013 das stufenlose Getriebe CMatic vorgestellt, **Bild 5**, das die Claas Industrietechnik CIT entwickelt hat (im Frühstadium unterstützt durch MALI und Büro Dziuba). Es ähnelt dem Konzept SHL von Voith [27] (Projekt Hydrobus, um 1990), arbeitet jedoch mit den inzwischen verfügbaren, verstellbaren 45°-Großwinkelmaschinen (statt damals max. 25°), womit das Umschaltventil im Hauptkreis sowie ein 3. Fahrbereich entfallen konnten. Ferner erhielt es eine moderne elektronische Steuerung. Im ersten Fahrbereich (und rückwärts) wird der hydrostatische Zweig (ähnlich wie beim Fendt Vario) am Hohlrad des Vierwellen-Stufenplanetengetriebes abgenommen, im zweiten am linken Sonnenrad, wobei dann der Hydromotor H2 (mit Ausschwenken zur anderen Seite) zur Pumpe wird und H1 die hydrostatische Leistung am Hohlrad zuaddiert. Der erste Bereich arbeitet sekundär gekoppelt, der zweite im „Compound“-Betrieb (vier Wellen aktiv), Umschaltung unter Last im Synchronpunkt bei ca. 20 km/h.

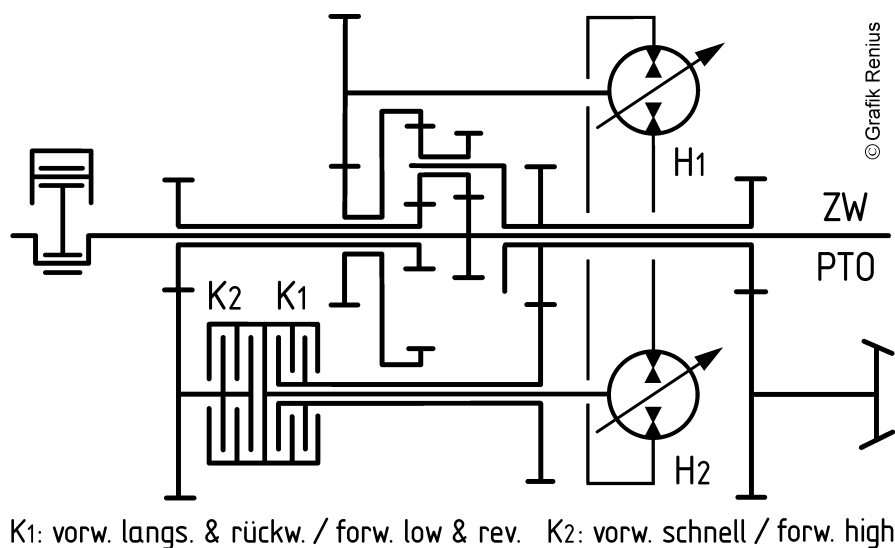


Bild 5: Neues leistungsverzweigtes stufenloses Getriebe von Claas (CIT) für Baureihe Arion (2014)
Fig. 5: New power split CVT from Claas (CIT) for the models Arion (2014).

Inzwischen hat man die Vorteile leistungsverzweigter CVTs auch für andere Fahrzeuge, wie z. B. für Baumaschinen - insbesondere Radlader - erkannt. Mehrere Konzepte waren auf der BAUMA 2013 zu sehen. Interessant ist auch die Ausrüstung des landwirtschaftlichen Transporters Aebi VT450 Vario (72 kW) mit einem stufenlosen Getriebe Ende 2012, das bis 7,3 km/h rein hydrostatisch arbeitet, darüber leistungsverzweigt in 2 Fahrbereichen [28]. Die kompakte Hydrostateinheit stammt von Bosch Rexroth, das Gesamtgetriebe wurde in Kooperation mit der VDS Getriebe GmbH entwickelt.

In [29] wird zudem über den Einsatz eines hydraulisch-leistungsverzweigten Getriebes in einem Bus berichtet.

Stufenlose elektrische und hybride Systeme

In einer Übersicht aus Österreich [30] werden Hybridsysteme für die Landtechnik systematisch diskutiert - die Vielfalt der Aktivitäten auf diesem Gebiet bleibt beeindruckend.

Ein neues Gesamtmodell für einen Traktor mit elektrischem Parallelhybrid auf Basis John Deere 7530 E ergab für den DLG PowerMix sehr geringe Kraftstoffeinsparungen, wesentlich größere jedoch für Transporte und Hofarbeiten [31; 32]. Faustwerte für Spalt-Drehschübe liegen bei modernen elektrischen PSM-Motoren nach [33] um 32 kPa, bei den einfacheren ASM-Motoren etwa halb so hoch. Angesichts dieser mäßigen Kraftdichte ist die Ausnutzung ihres meist hohen Drehzahlpotenzials wichtig - [33] enthält dazu interessante Grundlagen. Elektrische Antriebe sind bei langen Leitungen hydrostatischen Übertragungen meistens energetisch überlegen, wie z. B. bei herkömmlichen Mähdrescher-Fahrerantrieben [34] oder üblichen Traktor-Geräte-Dauerantrieben [35; 36; 37]. In [38; 39] werden dazu typische Messergebnisse vorgelegt.

Fendt stellte auf der Agritechnica 2013 mit der Studie "Fendt X-Concept" einen elektrifizierten Versuchstraktor auf Basis eines 700ers vor, der nach wie vor mit dem hydrostatisch-leistungsverzweigten Vario-Fahrtrieb arbeitet, jedoch zwischen Verbrennungsmotor und Getriebe zusätzlich einen elektrischen Generator hat (bis ca. 90 % Motorleistung). Dieser kann Geräte und Hilfsaggregate mit elektrischer Energie versorgen [40].

Nicht für Traktoren, jedoch für einen Teleskoplader stellte die Firma Merlo 2013 auf der Agritechnica den in der Landtechnik ersten elektro-hybriden Fahrtrieb vor [41]. Der mit konstanter Drehzahl laufende Dieselmotor treibt über einen Generator den elektrischen Fahrtrieb an und lädt parallel eine 30 kWh-Lithium-Batterie auf. Er kann auch rein elektrisch arbeiten. Beim Diesel-elektrischem Einsatz sind erhebliche elektrische Zusatzleistungen (aus der Batterie) möglich. So konnte der Dieselmotor bei gleicher Arbeitsleistung wesentlich kleiner ausgelegt werden. Er kommt im vorliegenden Fall mit 55 kW aus und fällt damit gerade nicht mehr unter die strengen Abgasvorschriften der Stufe IV (2014).

Elektrische Radantriebe können die sehr große Geschwindigkeitsspreizung von Traktoren (für Vollast 4 bis 40/50/60 km/h, d. h. bis zu 1:15) nach [42] ohne schaltbare Zusatzstufen nicht abdecken. Nach [43] wurde ab drei schaltbaren Zusatzstufen für 0 bis 50 km/h ein gut geglätteter Vollast-Wirkungsgradverlauf prognostiziert. Diese Aussage wird durch die Entwicklung eines elektrischen Radantriebs von STW (Sensor Technik Wiedemann) gestützt, der mit radnahe Dreifachlastschaltung arbeitet [44]. Auch damit ist aber noch nicht gesagt, ob der Gesamtwirkungsgrad des Antriebsstrangs mit hydrostatisch-leistungsverzweigten Konzepten mithalten kann.

Diese Einschätzung würde sich mit Brennstoffzellen grundlegend ändern, wobei das Wasserstoff-Speicherproblem z. B. durch Trägerflüssigkeiten [45] oder umgeformte flüssige Kraftstoffe gemildert werden könnte.

Entwicklungswerkzeuge und konstruktive Grundlagen

Im Bereich der Simulation etablieren sich zunehmend Gesamtmaschinenmodelle und Simulationen elektrischer Systeme. So wird in [31] ein Modell zur Verbrauchs- und Emissionsberechnung eines elektrifizierten, parallel-hybriden Traktors vorgestellt und in [46] das Co-Simulationsmodell einer Landmaschine zur Auslegung und Optimierung der Maschinensteuerung.

Aus dem Forschungsprojekt TEAM (BMBF) wird in [47] über Untersuchungen der Leistungsflüsse an einem messtechnisch ausgerüsteten Fendt 724 Vario berichtet. Als wirtschaftliche Bedingung für die Wettbewerbsfähigkeit elektrischer Komponenten werden für 1 kW E-Motor plus Umrichter Zielkosten von 30 € genannt. Ferner wird in dem Projekt eine Methodik zur systematischen Effizienzbeurteilung erarbeitet.

Zur Größentheorie der Komponenten einfacher hydrostatischer Wandler (ohne Leistungsverzweigung) erschien mit [48] ein systematischer Ansatz.

Um bei schneller Straßenfahrt die Fahrwerksverluste zu reduzieren, hat der neue Claas Xerion 5000 in den Achsen Ölpumpen, die einerseits den Ölstand absenken können - andererseits 500 kW Bremsleistung je Achse thermisch beherrschen [49].

Zusammenfassung

Auf der Agrartechnik 2013 gab es wiederum zahlreiche Neuheiten. Bei Traktordieselmotoren entwickelt sich die SCR-Technik zur Erfüllung der Stufe IV ab 56 kW zum Stand der Technik (ab Stufe IV Vorschriftensprung bei 56 kW ab 2014). Zusätzliche Partikelfilter werden nicht allgemein vorgesehen, können aber den Freiraum für günstige Verbräuche erweitern. Deutz-Fahr kündigte auf der Agrartechnik 2013 die Einführung einer lastschaltbaren Zapfwelle an. Mehrere Firmen bieten integrierte Luftdruckverstellungen an, bei Fendt in der 2. Generation. ZF verbesserte seine Stufengetriebe und stellte ein neues, kleines CVT (bis 74 kW) vor. CNH führte ein neues CVT im oberen Leistungsbereich ein und Claas überraschte mit einem eigenen, einfach aufgebauten CVT für die Baureihe Arion. Auch ein hybrider Fahrtrieb für einen Teleskoplader erregte Aufsehen - der erste für ein landtechnisches Fahrzeug. Rein elektrische oder hybride Fahrtriebe blieben ansonsten bei Traktoren unbedeutend. Hingegen wird einer weiteren Verlustminimierung im gesamten Antriebsstrang trotz der sehr erschwerenden Emissionsverschärfungen große Beachtung geschenkt.

Literatur

- [1] Howard, C.N.: Testing the Fuel Efficiency of Tractors with Continuously Variable and Standard Gear Transmissions. Transactions ASABE 56 (2013) H. 3, S. 869-879.
- [2] Reckleben, Y. und H. Thomsen: Getriebevergleich bei Traktoren im Straßentransport. Landtechnik 68 (2013) H. 2, S. 126-129.
- [3] Muñoz-García, M. A. et al.: New classification of tractors according to their energy efficiency. AgEng-CIGR Internat. Conf. of Agric. Engineering Valencia 8.-12.07.2012.
- [4] Bernhardt, H. et al.: Energy consumption of agricultural transports and influencing factors. AgEng-CIGR Internat. Conf. of Agric. Engineering Valencia 8.-12.07.2012.
- [5] Beulshausen, J. et al.: Energieeffizienter Antriebsstrang durch Reibungsminimierung. ATZ 115 (2013) H. 10, S. 828-834.
- [6] Reckleben, I, S. Trefflich und H. Thomsen: Auswirkung der Abgasnormen auf den Kraftstoffverbrauch von Traktoren im praktischen Einsatz. Landtechnik 68 (2013) H. 5, S. 322-326.
- [7] Schlotterbeck, M. et. al: Tractor Field Experience with Diesel Particulate Filter to meet Interim Tier 4/Stage 3b Emission Regulation. Tagung Land.technik 2012, Karlsruhe 6. und 7.11.2012. In: VDI-Ber. 2173, S. 87-93. Düsseldorf: VDI-Verlag 2012.
- [8] Landis, M.: Dynamischer Messzyklus für Emissionsmessungen an Traktoren. Tagung Land.technik 2012, Karlsruhe 6. und 7.11.2012. In: VDI-Ber. 2173, S. 81-86. Düsseldorf: VDI-Verlag 2012.
- [9] DEVERT - Deutz Variable Emission-Reduction-Technologie, Informationsbroschüre der Fa. Deutz, Bestell-Nr. 0031 2071 / 02 / 2013 / VC-CM.
- [10] Clearly Better. Every Engine. Tier 4 Final / Stage IV, Broschüre der Firma. Cummins, Nr. 4087299, Rev. 11/13.
- [11] Clearly Better. Every Time. QSB6.7 and QSL9 Engines (140-400 hp) For Tier 4 Final/Stage IV, Broschüre der Fa. Cummins, Nr. 4087243, Rev. 4/12.
- [12] John Deere weist den Weg zum schadstoffarmen Motor nach Stufe IV / FT4, Pressemitteilung der Fa. John Deere vom 2. März 2012, Waterloo, Iowa, http://www.deere.de/wps/dcom/de_DE/our_company/news_and_media/press_releases/2012/agriculture/20120212_ft4.page, Stand 01.01.2014.
- [13] Ylivakeri, M.: A higher power. iVT Int. Off-Highway 2013. Jahrg. 21 (2012), S. 10-12.
- [14] Wilmer, H.: 170 PS aus 4 Zylindern. Profi 25 (2013) H. 4, S.12-17
- [15] Gietzelt, C., O. Dregrell und K. Mathies: Mobile "in-use" Emissionsmessung mit PMS-Messtechnik an mobilen Maschinen (non road). Tagung Land.technik 2012, Karlsruhe 6. und 7.11.2012. In: VDI-Ber. 2173, S. 95-101. Düsseldorf: VDI-Verlag 2012.
- [16] Berlenz, S. et al.: Verbrauchsreduzierung durch Drehzahlentkopplung von Nebenaggregaten an mobilen Arbeitsmaschinen. 4. Fachtagg. Hybridantriebe f. mobile Arbeitsmaschinen 20.02.2013 Karlsruhe. KIT Schriftenreihe Fahrzeugsystemtechnik Bd.7 (2013) H. 15, S. 37-48.

- [17] Berlenz, S., Wagner, U. und Otto, F.: Potentialanalysen entkoppelter und bedarfsge-
recht angetriebener Nebenaggregate von Motoren mobiler Arbeitsmaschinen,
8. Internationale MTZ-Fachtagung, Ludwigsburg, 5. Und 6. November 2013.
- [18] Peter, K.: Kraftstoffeinsparung bei Landmaschinen durch den Einsatz von geschalteten
Nebenaggregaten. Tagung Land.technik 2012 Karlsruhe 6. und 7.11.2012. In: VDI-Ber.
2173, S. 75-80. Düsseldorf: VDI-Verlag 2012.
- [19] Pichlmaier, B.: Traktionsmanagement für Traktoren. Diss. TU München 2012.
Fortschritt-Ber. VDI, Reihe 14, Nr. 143. Düsseldorf: VDI-Verlag 2013.
- [20] Töpfer, T. et al.: Potenziale und Grenzen thermischer Energierekuperation in mobilen
Arbeitsmaschinen. 4. Fachtagg. Hybridantriebe f. mobile Arbeitsmaschinen 20.02.2013
Karlsruhe. KIT Schriftenreihe Fahrzeugsystemtechnik Bd.7 (2013) H. 15, S. 49-60.
- [21] OberbuchnerT., T. Capellaro und K. Grad: Multi-Clutch Control zum Anfahren und
Reversieren von Traktoren mit Lastschaltgetrieben (4-fach Splitter). Tagung
Land.technik 2012, Karlsruhe 6. und 7.11.2012. In: VDI-Ber. 2173, S.307-312.
Düsseldorf: VDI-Verlag 2012.
- [22] Renius, K.Th.: Motoren und Getriebe bei Traktoren. In: H.J. Matthies und F. Meier
(Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 7 (1995) S. 56-61 und 271-271. Münster: Landwirt-
schaftsverlag.
- [23] Johnson, D.: New transmissions for the John Deere 7R and 8R series tractors.
Tagung Land.technik 2013 Hannover 8. und 9.11.2013. In: VDI-Ber. 2193, S. 117-121.
Düsseldorf: VDI-Verlag 2013.
- [24] Renius, K.Th.: Neuere Getriebekonzeptionen für landwirtschaftliche Schlepper.
Grundl. Landtechnik 24 (1974) H. 2, S. 41-46.
- [25] Hellenbroich, G., J. Ruschhaupt und C. Duindam: Kompakte Sieben- und Zehngang-
Doppelkupplungsgetriebe. ATZ 114 (2012) H. 12, S. 960-967.
- [26] Grad, K., G. Bailly und M. Haas: Stufenloses Getriebekonzept für Klein- und Schmal-
spurtraktoren. ATZoffhighway Bd. 6 (2013) Heft 3, S. 28-37.
- [27] Wüst, B.: Stufenlose Getriebe für Stadtbusse. In: VDI-Berichte 977, S. 507-525.
Düsseldorf: VDI-Verlag 1992.
- [28] Stirnimann, R.: Leistungsverzweigung beim Aebi VT 450 Vario. Schweizer Landtechnik
75 (2013) H. 2, S. 21-23.
- [29] Ramadan, M. und K. Stelson.: Optimized Single-Stage Power-Split Hydraulic Hybrid
City Bus, ASME/ Bath Symposium on Fluid Power and Motion Control, 6.-9. Oktober
2013, Sarasota, Florida.
- [30] Karner, J. et al.: Hybridsysteme für die Landtechnik. Landtechnik 68 (2013) H. 1, S. 22-
25 (darin 20 weitere Lit.).
- [31] Engelsmann; D: und G. Wachtmeister: Untersuchungen von Betriebsstrategien für
einen elektrisch hybridisierten Traktor mittels einer multiphysikalischen Gesamtfahr-
zeugsimulation. 4. Fachtagg. Hybridantriebe f. mobile Arbeitsmaschinen 20.02.2013
Karlsruhe. KIT Schriftenreihe Fahrzeugsystemtechnik Bd.7 (2013) H. 15, S. 1-11.

- [32] Tröster, V., P. Münch und B. Böhm: LIB-Off Hybrid Tractor. Tagung Land.technik 2013 Hannover 8. und 9.11.2013. In: VDI-Ber. 2193, S. 15-21. Düsseldorf: VDI-Verlag 2013.
- [33] Zhitkova, S. et al.: Hochdrehzahlmotoren für mobile Arbeitsmaschinen. 4. Fachtagung Hybridantriebe f. mobile Arbeitsmaschinen 20.02.2013 Karlsruhe. KIT Schriftenreihe Fahrzeugsystemtechnik Bd.7 (2013) H. 15, S. 113-123.
- [34] Bernhard, B.: Untersuchungen zur Bewertung stufenloser Fahrtriebe für Mähdrescher. Diss. Univ. Hohenheim 2011. Aachen: Shaker-Verlag 2011.
- [35] Sobotzig, J. und B. Shi: Elektrische Antriebe für Traktoren und Anbaugeräte - Ansätze und Möglichkeiten. Tagung Land.technik 2012, Karlsruhe 6. und 7.11.2012. In: VDI-Ber. 2173, S. 37-44. Düsseldorf: VDI-Verlag 2012.
- [36] Weinmann, O. et al.: Elektrifizierung eines Traktors mit Anbaugerät. Tagung Land.technik 2012, Karlsruhe 6. und 7.11.2012. In: VDI-Ber. 2173, S. 45-50. Düsseldorf: VDI-Verlag 2012.
- [37] Iuchi, K. et al.: Betrachtung der Hybridisierung und Elektrifizierung mobiler Arbeitsmaschinen. 4. Fachtagung Hybridantriebe für mobile Arbeitsmaschinen 20.02.2013 Karlsruhe. KIT Schriftenreihe Fahrzeugsystemtechnik Bd.7 (2013) H. 15, S. 85-97.
- [38] Heckmann, M. und Berendt, H.: Comparative analysis of hydrostatic and electric rear axle traction drives, including in-field-tests, Tagung LAND.TECHNIK AgEng 2013 Hannover 08./09.11.2013. In: VDI-Berichte 2193, S. 137-142. Düsseldorf: VDI-Verlag 2013.
- [39] Niemöller, B. und Thiel, M.: Potato harvester with an add on generator and an electric wheel drive - System design, field test, validation, Tagung LAND.TECHNIK AgEng 2013 Hannover 08./09.11.2013. In: VDI-Berichte 2193, S. 151-156. Düsseldorf: VDI-Verlag 2013.
- [40] Breu, W., B. Pichlmaier und A. Szajek: Electrification of tractors - challenges and strategies. Tagung Land.technik 2013 Hannover 8. und 9.11.2013. In: VDI-Ber. 2193, S. 9-14. Düsseldorf: VDI-Verlag 2013.
- [41] Knechtges, H.: Trends bei Traktoren und Transportfahrzeugen auf der Agritechnica. Landtechnik 68 (2013) H. 6, S. 381-383.
- [42] Renius, K.Th. und M. Geimer: Motoren und Getriebe bei Traktoren. In: Frerichs, L. (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2012. Braunschweig: Inst. f. mobile Maschinen u. Nutzfahrz. 2012. S. 1-12. <http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00043441>.
- [43] Klimentew, L., J. Krüger und H. Meyer: Einflussfaktoren des Getriebes auf die Effizienz elektrischer Traktionsantriebe. Landtechnik 68 (2013) H. 2, S. 130-134.
- [44] -.-: Zukunftsweisende Antriebslösung. Mobile Maschinen 6 (2013) H.2, S.70.
- [45] Zenner, M. et al.: Flüssige Wasserstoffträger als potenzieller Pkw-Kraftstoff. ATZ 114 (2012) H. 12, S. 940-947.
- [46] Martinelle, M., Gessi, S. und Tonini, E.: Co-Simulation for the Development of Whole-Machine Integrated Distributed Electronic Control, Tagung LAND.TECHNIK AgEng 2013 Hannover 08./09.11.2013. In: VDI-Berichte 2193, S. 123-128. Düsseldorf: VDI-Verlag 2013.

- [47] Pichlmaier, B., T. Buchner und K. Hafner: Leistungsflussmessungen am Traktor als Grundlage der Konzeption hybrider Antriebe. 4. Fachtagung. Hybridantriebe für mobile Arbeitsmaschinen 20.02.2013 Karlsruhe. KIT Schriftenreihe Fahrzeugsystemtechnik Bd.15 (2013), S. 25-35.
- [48] Paoluzzi, R. und L.G. Zarotti: The minimum size of hydrostatic transmissions for locomotion. J. of Terramechanics 50 (2013) H. 3, S. 153-164.
- [49] Tilly, T., M. Gersmann und M. András: Entwicklung eines innovativen Fahrwerkskonzeptes für moderne Großtraktoren. Tagung Land.technik 2012 Karlsruhe 6. und 7.11.2012. In: VDI-Ber. 2173, S. 17-22. Düsseldorf: VDI-Verlag 2012.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Wissenschaftliches Review / Scientific Review

Erfolgreiches Review 24.01.2014

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Renius, Karl T.; Geimer, Marcus: Motoren und Getriebe bei Traktoren. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2014. S. 1-12

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055007>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/134.html>

Traktorhydraulik

Johannes Untch und Lennart Roos,
Technische Universität Braunschweig, Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge

Kurzfassung

Die Entwicklungstendenzen im Bereich der Traktorhydraulik konzentrieren sich neben der Effizienzsteigerung vor allem auf die Verbesserung des dynamischen Systemverhaltens und der Bedienbarkeit. Dies wird verstärkt durch den Einsatz von Verdrängersteuerungen und aufgelösten Steuerkanten angestrebt. Lastfähigkeit wird nun auch mit Closed-Center-Systemen erreicht. Bewährte hochwertige Technologie setzt sich zunehmend in geringeren Leistungsklassen durch.

Schlüsselwörter

Arbeitshydraulik, Fahrhydraulik, Hubwerkshydraulik, Lenkhydraulik, aufgelöste Steuerkanten, Sekundärdrehzahlregelung, Bedarfsstromsteuerung

Tractor Hydraulics

Johannes Untch and Lennart Roos,
TU Braunschweig, Institute of Mobile Machines and Commercial Vehicles

Abstract

Main focus of research and application in tractor hydraulics is besides efficiency enhancement on improved system conduct and operability. This is more and more achieved by application of displacement control and separate meter-in and meter-out. Like in open center systems closed center systems are now available with load sensitive behaviour. State of the art high technology trickles down to machines with lower power level.

Keywords

Working hydraulics, driving hydraulics, hitch hydraulics, steering hydraulics, separate meter-in meter-out, secondary control, flow on demand control

Einleitung

In dem Jahr 2011 wurde in der deutschen Fluidtechnikbranche fast das Umsatzniveau aus dem Jahre 2008 wieder erreicht, was sich aus dem Nachholbedarf der Krisenjahre 2008 / 2009 erklärt. Seit diesem Maximum sind 2012 die Aufträge allerdings um 23 % zurückgegangen, während sich die Lage in 2013 stabilisierte. Laut des VDMA Fachverbands Fluidtechnik ist jedoch für 2014 wieder ein Zuwachs denkbar. Die Fluidtechnikbranche setzte 2012 insgesamt 4,6 Mrd. € um und ist mit einem Anteil von einem Viertel am Welthandel sowie einer Exportquote von 60 % mit Abstand der stärkste Vertreter auf dem Weltmarkt [1].

Die deutsche Landtechnikbranche hat ihr Wachstum hingegen auch 2012 fortgesetzt und ist mit 12,5 % Inlandsumsatz weiterhin der zweitgrößte Abnehmer fluidtechnischer Komponenten und Systeme. Bei der Diskussion um eine zunehmende Elektrifizierung von landtechnischen Maschinen, warnt Hartmut Rauen, Geschäftsführer der Fachverbände Antriebs- und Fluidtechnik, vor einem Schwarz-Weiß-Denken und stellt heraus, dass hydraulische Antriebe dort durch elektrische ersetzt werden sollten, wo technisch und ökonomisch der Systemnutzen gesteigert werden kann. Mit dem Hinweis auf die große Robustheit, geringe Servicekosten und die hohe Leistungsdichte hydraulischer Komponenten sieht Rauen vielmehr eine Hybridisierung von mobilen Arbeitsmaschinen als Chance [2].

Maßgebende Tagungen und Konferenzen im Berichtszeitraum waren das "Symposium on Fluid Power & Motion Control" in Sarasota, die 13. "Scandinavian International Conference on Fluid Power" in Linköping, die 70. LAND. TECHNIK (VDI-MEG) in Karlsruhe, die 71. LAND. TECHNIK-AgEng (VDI-MEG) in Hannover, sowie das 7. Kolloquium Mobilhydraulik in Karlsruhe.

Arbeitshydraulik - System

Load-Sensing-Systeme in Closed-Center-Ausführung (CC LS) mit mechanisch hydraulischem Förderstromregler sind für viele Traktoren der mittleren und gehobenen Ausstattungsserie nach wie vor die vorherrschende Systemtopologie. Bei Traktoren geringerer Leistungsklasse (bis ca. 75 kW) finden sich mit wenigen Ausnahmen überwiegend Konstantstromsysteme (KS) [3], die sich durch einen einfachen, robusten Aufbau auszeichnen. Bei wechselnden Druck- und Volumenstromforderungen sowie nennenswerter Inaktivität der Hydraulik sind LS-Systeme mit Verstellpumpen energetisch im Vorteil, da das Fördervolumen dem aktuellen Bedarf angepasst wird. Durch den möglichen Einsatz von individuellen Stromreglern kann eine komfortable lastunabhängige Verbraucherbetätigung erreicht werden. Dies ist auch bei LS-Systemen mit Konstantpumpe möglich, welche sich im mittleren Leistungsbereich finden. Für die Arbeitshydraulik von Traktoren stellt das Load-Sensing-System derzeit einen guten Kompromiss aus Funktionalität, Komfort, Effizienz und Hardwareaufwand dar. Trotzdem wird aus Gründen der Schwingungsanfälligkeit und eines verbesserungsfähigen Wirkungsgrades momentan an Alternativen geforscht.

So zeigen die Arbeiten von [4], dass Effizienzsteigerungen durch den Ersatz von Widerstands- durch Verdrängersteuerungen noch immer aktuell sind. Für eine Traktor-Düngerstreuer-Kombination werden für verschiedene Einsatzprofile Untersuchungen

hinsichtlich des Wirkungsgrades unternommen. Dabei wird das Referenzsystem - ein hydraulisch-mechanisches CC-LS-System mit drei Konstantmotoren als Verbraucher (via Power Beyond) - mit einem Konstantdruck-System (KD) verglichen, bei dem die Hydromotoren als Schrägscheiben-Verstelleinheiten ausgeführt sind und sekundärgeregelt betrieben werden. Ein erhöhtes Potential konnte bei asymmetrisch belasteten Verbrauchern festgestellt werden, wobei mindestens der höher belastete Verbraucher bei großen Schwenkwinkeln arbeiten muss. Das Problem der schlechteren Effizienz bei geringen Schwenkwinkeln tritt aufgrund des hohen Systemdrucks besonders bei Teillast auf und kann durch ein variables Niveau der Druckversorgung entschärft werden. Auf diese Weise sind Energieeinsparungen von ca. 14 % - 36 % gegenüber der LS-Konfiguration möglich.

Bereits [5] oder [6] zeigten, dass durch den Einsatz von Bedarfsstromsystemen Energieeinsparungen bei vergleichbarem dynamischen Verhalten und Bedienbarkeit gegenüber CC-LS-Systemen erreicht werden können. Aktuell wird von [7] am Beispiel eines Forstkrans ein Bedarfsstromsystem (**Bild 1**) untersucht, welches in einer Ventilsektion nach dem Prinzip der aufgelösten Steuerkanten ausgestattet ist. Der Fokus liegt auf dem Vergleich mit einem hydraulisch-mechanischen CC-LS-System hinsichtlich Effizienz und Bedienbarkeit bzw. Regelbarkeit. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Erkennung von Zylinderendanschlägen bei fortwährendem Bedienerwunsch, um einen Volumenstromüberschuss in diesem Fall zu vermeiden, was zu unkontrollierten Bewegungen anderer Verbraucher führen würde. Durch die Absenkung des Pumpendruckes um ca. 10 bar und die reduzierten ablaufseitigen Drosselverluste konnte in der Simulation und im Versuch ein Einsparpotential von 10 – 15 % ermittelt werden. Scherer stellt zur weiteren Effizienz- bzw. Dynamiksteigerung bei verfügbarer elektrischer Leistung den Ersatz der Verstellpumpe durch eine drehzahlgeregelte Konstantpumpe in Aussicht.

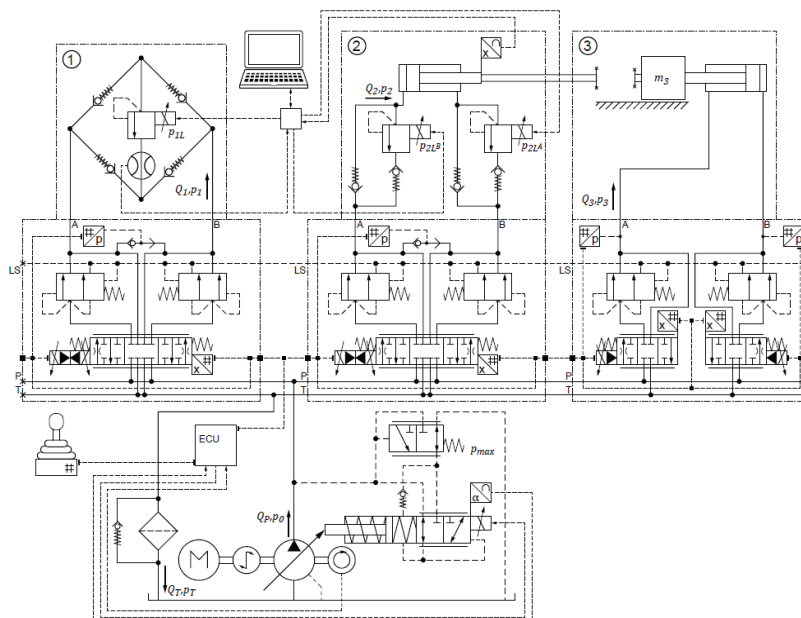


Bild 1: Prüfstand einer Bedarfsstromsteuerung mit aufgelösten Steuerkanten [7]

Figure 1: Flow-on-demand control test bench layout with separate meter-in and meter-out [7]

LINDE verfolgt mit dem „LSC+“ das Ziel, die dynamischen Nachteile von LS-Systemen durch die Überlagerung einer elektronischen Bedarfsstromsteuerung zu kompensieren. Es handelt sich um ein CC-LS-System mit Sekundärdruckwaagen, bei dem die Pumpe zusätzlich über die Einzelbedarfe der Verbraucher angesteuert wird. Für lastfühlendes Arbeiten ist zusätzlich eine Umschaltung auf ein Negative-Flow-Control-Verhalten möglich [8].

Die Schwingungsneigung von LS-Systemen wird in [9] thematisiert. Für einen hydraulischen Kranantrieb, dessen Differentialzylinder von einem elektrohydraulischen LS-System mit aufgelösten Steuerkanten versorgt werden, wurde ein Konzept zur Regelung der Verstellpumpe vorgestellt, das auf dem "Virtual Decomposition Control"-Ansatz [10] basiert. In Simulationen und Experimenten konnten signifikante Energieeinsparungen bei gewährleisteter Systemstabilität erzielt werden.

[11] macht einen Vorschlag für dezentralisierte Hydraulikkonzepte in Kombination eines elektrischen Bordnetzes. Im Vordergrund der Dezentralisierung stehen Nebenaggregate bzw. Hilfsantriebe kleiner Leistung, die zudem selten und/ oder intermittierend betrieben werden. Der konventionelle Antrieb durch eine gemeinsame Versorgung führt zu hohen Standby-Verlusten, weil Teilfunktionen nicht vollständig abgeschaltet werden können und die Maschine über ein langes Rohrleitungssystem verfügen muss. Für diese Applikationen wird eine elektrohydraulische Versorgung in Form eines (Nieder-)Spannungsbordnetzes mit verteilten der Aufgabe angepassten Hydraulikaggregaten (Power-Packs) empfohlen. Neben der vollständigen Deaktivierung von Verbrauchern kann durch eine intelligente Gruppierung von selten bzw. intermittierend betriebenen Aktuatoren die installierte hydraulische Leistung weiter reduziert werden. Aufgrund leichter umzusetzender Verdrängersteuerungen ließe sich evtl. vorhandenes Rekuperationspotential nutzen.

Von Bosch Rexroth wurde ein CC-System mit druck geregelter Pumpe vorgestellt, das als „Virtual Bleed-off“ bezeichnet wird. Dabei werden der Steuerdruck für die Ventilbetätigung, der Verbraucherlastdruck und der Systemdruck gemessen und vom Steuergerät ausgewertet. Um die aus OC-Systemen bekannte Lastfähigkeit bei der Bedienung zu imitieren, wird mit der elektronisch gesteuerten Pumpe der Volumenstrom erst nachgeregelt, wenn der Steuerdruck im Verhältnis zu Last- und Systemdruck einen bestimmten Schwellwert erreicht hat [8].

Same Deutz-Fahr stellte eine Lösung für eine verschleißfreie hydrostatische Motorbremse vor, welche die LS-Arbeitshydraulik belastet. In Bremsvorgängen wird an einem proportionalen Drosselventil die Bremsenergie abgeführt. Dafür wird mittels des in **Bild 2** gezeigten Ventils das LS-Signal erhöht und der Volumenstrom zum Tank abgedrosselt. Gleichzeitig wird - als zusätzliche Last - der Kühler zugeschaltet [12].

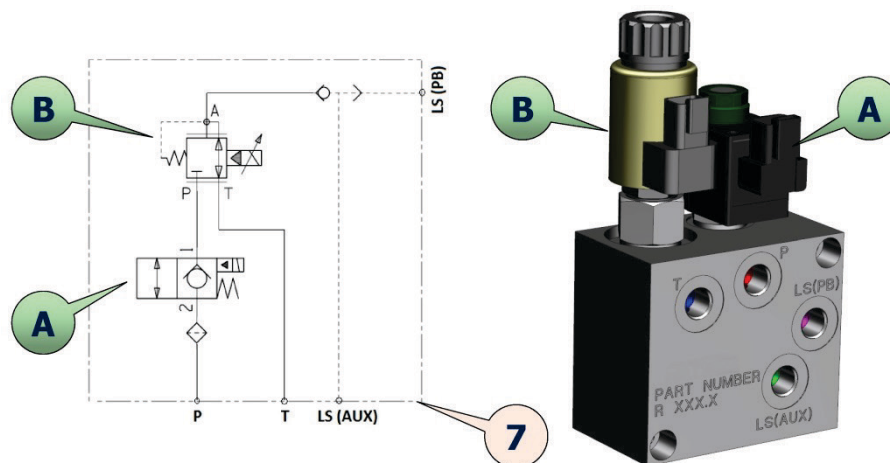


Bild 2: Schaltplan und Ventilblock der hydraulischen Motorbremse [Same Deutz-Fahr]

Figure 2: Scheme and valve block of the hydraulic engine brake [Same Deutz-Fahr]

Für kleine, rein hydrostatisch angetriebene Maschinen bietet Bosch Rexroth ein alternatives Konzept für einen automatisch zuschaltbaren Allradantrieb. Im als „High Efficiency Traction Control“ (HET) bezeichneten System wird ein Ventilblock in die Reihenschaltung zweier Radmotoren eingefügt, der stets einen geringen Volumenstrom von der Hochdruck- zur Niederdruckseite abführt, um im Falle minimaler Drehzahlunterschiede zwischen den Motoren den Differenzdruck über dem zweiten Motor nahe Null zu halten. Der Wirkungsgrad des Systems ist höher, wenn allein der erste Motor für den Vortrieb sorgt, weil dieser dann bei einem höheren Druck arbeitet. Wenn der Schlupf am ersten Motor zunimmt, ändert sich das Drehzahlverhältnis der Motoren. Der zunehmende Volumenstrom führt zu einem Druckanstieg vor dem nachgeschalteten Motor, weil der abgeführte Volumenstrom für eine Entlastung nicht mehr ausreicht. Gleichzeitig sinkt die Druckdifferenz über dem ersten Motor und somit das dortige Moment. Die Triebkraft wird nun von beiden Motoren aufgebracht [8].

Arbeitshydraulik - Applikation

Zur Reduzierung des Bodendrucks ist bei allradgelenkten Traktoren bspw. der Fahrmodus des Hundegangs eine Option, was jedoch bei Gerätekombinationen mit Nutzung des Hubwerks eine schwenkbare Kinematik erfordert. Von [13] wird für einen CLAAS Xerion Systemtraktor ein solches Schwenk-Hubwerk mit integrierter Sicherheitsfunktion vorgestellt. Konstruktiv ist der Schwenkwinkel größer als der Schwimmwinkel ausgeführt. Das Überschreiten zulässiger Schwenkwinkel wird durch Drucksignale erkannt, und führt zum Ausheben des Hubwerks, um Schäden zu vermeiden. Sperrventile, die direkt auf den Schwenkzylindern positioniert sind, verhindern ein unbeabsichtigtes Schwenken bei Straßenfahrt.

Neben der Bodenschonung steht bei der von AGCO Fendt und Bosch Rexroth entwickelten entlastenden Frontkraftheberregelung auch eine Effizienz- und Bedienkomfortsteigerung im Vordergrund [14]. Durch eine Verlagerung des Arbeitsgerätegewichts auf den Traktor wird dessen Traktion und Lenkbarkeit gesteigert und gleichzeitig die Bodenbelastung reduziert. Hinzu kommt, dass durch diese Regelung eine komfortable Variation der Auflagekraft im Betrieb möglich ist. Bei dem System handelt es sich um eine Hubwerksdruckregelung, die

durch einen Lagesensor am Hubwerk überwacht wird. Aufgrund der bekannten Hubwerkkinematik kann die Regelsoftware über die Zylinderdrücke die Auflagekraft berechnen; eine evtl. vorhandene Gerätekinematik bleibt unberücksichtigt. Das System bezieht von den Traktorventilscheiben einen konstanten Volumenstrom, welcher an einem nachgeschalteten elektroproportionalen Druckbegrenzungsventil auf den erforderlichen Zylinderdruck ange-drosselt wird. Eine integrierte "Hügelfunktion" garantiert eine dynamische Anpassung an stark variierendes Relief (**Bild 3**).

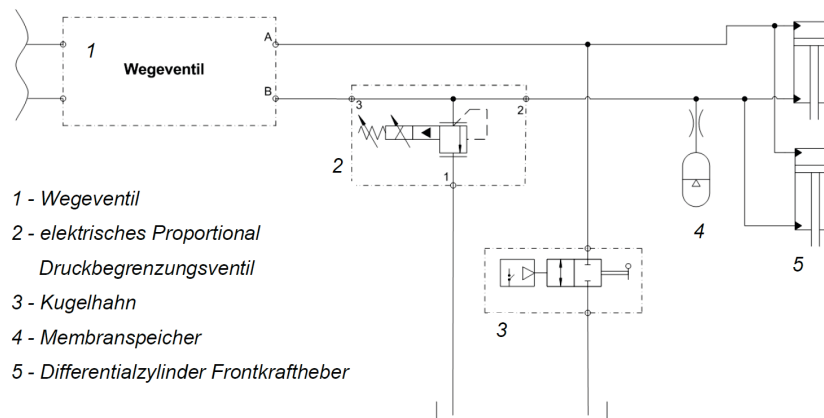


Bild 3: Schema der elektrohydraulischen Frontkraftheberentlastung [14]

Figure 3: Scheme of the electro-hydraulic front hitch support [14]

Die elektrohydraulische Hubwerksregelung (EHR) gehört für viele Traktoren der mittleren und gehobenen Ausstattung heute zum Standard. Während eine neue Variante des Regelventils von Bosch Rexroth, das kompakte EHR23-EHS1, mit ca. 100 l/min auf die mittlere Traktorenklasse abzielt, wurde gezielt für die Emerging Markets eine EHR für einfache Traktoren bis ca. 60 kW vorgestellt. Die EHC-8 trägt durch eine aktive Schwingungstilgung besonders bei kleineren Traktoren zur Steigerung der Fahrsicherheit bei, weil schwere Anbaugeräte die Achslasten relativ stärker verändern. Verfügt der Traktor über keine weiteren Ventilscheiben, kann das Hubwerksventil auch zum Heben/ Kippen von Anhängern genutzt werden. Das Regelventil EHR 5 wurde auf geringere Volumenströme (20 l/min) angepasst, um für kleinere Hubwerkszylinder ein vergleichbares dynamisches Verhalten zu erzielen [12].

Arbeitshydraulik - Komponenten

In den letzten Jahren ist eine verstärkte Aktivität auf dem Gebiet der Ventile mit aufgelösten Steuerkanten zu beobachten, weil sie Vorteile in der Energiebilanz und dem Bedienkomfort bieten. Demgegenüber bestehen aber noch Herausforderungen in der Regelung. Noch beschränken sich die Anwendungen dieser Ventile auf den Bereich der Baumaschinen. Wegen ihrer oben aufgeführten Vorteile ist ein späterer Einsatz aber auch im Bereich der Arbeitshydraulik von Traktoren und ihren Anbaugeräten zu erwarten.

[15] zeigt eine Systematisierung möglicher Ausprägungen von Systemen mit aufgelösten Steuerkanten und untersucht den Einfluss verschiedener Konfigurationen auf die System-

dynamik. In weiteren Arbeiten, z.B. [16], wird die Regelung von Systemen mit aufgelösten Steuerkanten thematisiert. [17] untersucht dafür Lasthaltevorgänge in Zylindern und beeinflusst das Druckniveau der Zylinder, um Kavitation und Positionsabweichungen bei plötzlichen Laständerungen zu vermeiden.

In [18] wurde am Beispiel eines Versuchsbaggers mit elektrohydraulischem Load-Sensing die Anwendung von Ventilen mit aufgelösten Steuerkanten gezeigt. Statt der zentralen Leistungssteuerung in einem Ventilblock wurden direkt an den Baggerzylindern je zwei Ventilpatronen, jeweils bestehend aus zwei 2/2-Wegeventilen, verbaut. Damit werden sowohl Verrohrungsaufwand als auch Rohrbruchsicherungen eingespart. In einem von Hyundai auf der Bauma gezeigten Hybridbagger ist der Einsatz von aufgelösten Steuerkanten vorgesehen [8].

Neben dem in [18] verwendeten Ventilkonzept stellte Wessel Hydraulik auf der Bauma ein weiteres Ventilkonzept mit aufgelösten Steuerkanten vor, bei dem als Besonderheit nur zwei Magnete eingesetzt werden müssen. Die Durchflussrichtung wird über den Verzug der Schaltzeiten dieser Magneten bestimmt [8]. Als weiterer Anbieter zeigte auch Danfoss mit dem in **Bild 4** dargestellten PVX-Proportionalventil eine Lösung, bei der das Prinzip mit zwei Ventilschiebern umgesetzt wird [12].

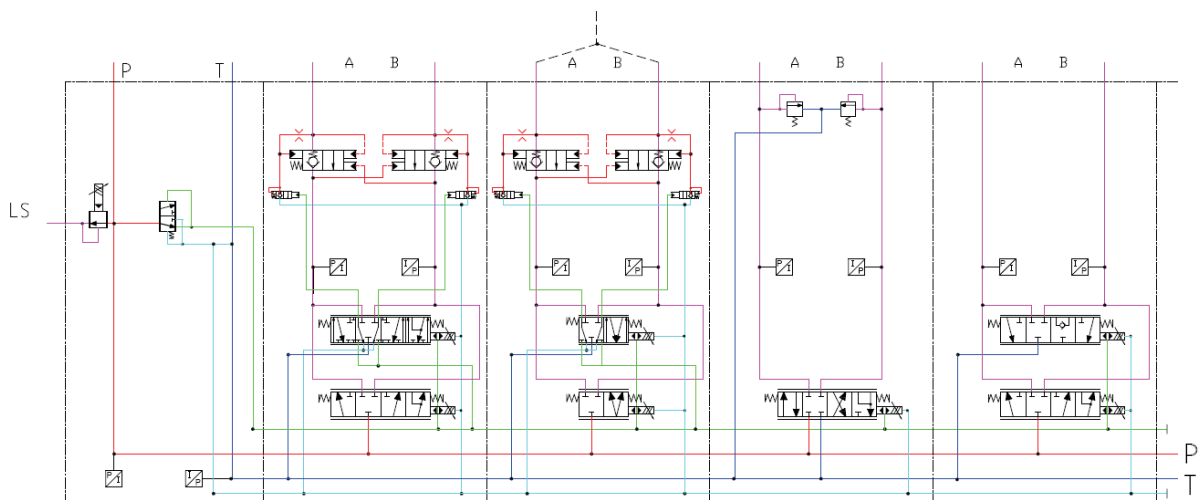


Bild 4: Schaltplan des Ventils PVX mit aufgelösten Steuerkanten [Danfoss]

Figure 4: Scheme of the valve PVX with separate meter-in and meter-out [Danfoss]

Bucher verfolgt mit dem Ziel höherer Stellgenauigkeit und geringerer Schwingungsneigung eine Ventilansteuerung mit Schrittmotoren statt Proportionalmagneten. [12]

Entsprechend des Trends zum Einsatz von Load-Sensing-Systemen in immer kleineren Leistungsklassen [19] stellte Bosch Rexroth die Pumpe A1VO in einer Baugröße von nur 35 cm³ vor. Ebenfalls von Bosch Rexroth wurde die Pumpe A10CNO nun mit verstellbarer Flügelzellenpumpe statt Konstantpumpe als Vorförderpumpe vorgestellt. Dies führt zu einer Verlustverringern im Teillastbereich [12].

Fendt zeigte ein Einschraubsystem für Hydraulikkupplungen, das den schnellen Wechsel zwischen verschiedenen Baugrößen ermöglicht, verlustarme flachdichtende Kupplungen mit Abreißfunktion sowie eine Kupplungsschablone, die nun mit allen Kupplungstypen kompatibel ist [12].

Mit zunehmender Verwendung zink- und aschefreier Hydrauliköle mit geringer elektrischer Leitfähigkeit entstehen Probleme durch elektrostatische Aufladung bei Durchströmung von Filterelementen, weil Lichtbögen zu Schädigungen der Filter führen können. Mit verschiedenen Lösungsansätzen wird diesem Problem begegnet. Eine Möglichkeit ist die Verwendung von leitenden Materialien im Filter wie bei Argo Hytos und Parker. Eine weitere Möglichkeit ist, elektrostatische Aufladung zu reduzieren oder zu vermeiden. Parker vergrößert dafür die Filterfläche, bei Hydac werden Glasfasermaterialien in das Vlies eingewebt [8].

Fahrhydraulik

In leistungsverzweigten Getrieben muss stets je nach Anwendungszweck ein Kompromiss aus erreichbarem Wirkungsgrad und dafür vertretbarem Aufwand getrieben werden. [20] stellt in seiner Arbeit einen Optimierungsansatz vor, mit dem er am Beispiel von leistungsverzweigten Getrieben nach dem Jarchow-Prinzip mit beliebiger Anzahl an Fahrbereichen das Optimum aus konstruktivem Aufwand und erreichbarem Wirkungsgrad sucht.

Leistungsverzweigte Antriebe werden zunehmend auch in kleineren Leistungsklassen von Traktoren eingesetzt. Ein Beispiel sind der Lintrac 90 von Lindner mit einer Leistung von ungefähr 75 kW und das Mehrzwecktransporter Aebi Viatrac 450 mit 72 kW [12]. Speziell für leistungsverzweigte Getriebe kleinerer Leistung hat Bosch Rexroth die hydrostatische Kompakteinheit A41CTU in U-Anordnung zu kleineren Baugrößen erweitert [12].

In den letzten Jahren ist auch eine Verbreitung der leistungsverzweigten Getriebe auf Baumaschinen zu beobachten. Diese Anwendungen können höhere Dynamikanforderungen stellen. Entsprechende Entwicklungen können auch das dynamische Verhalten von leistungsverzweigten Traktorgetrieben verbessern [8; 21].

Hydraulische Antriebe können auch der Verbesserung der Zugkraftübertragung von landwirtschaftlichen Gespannen dienen. In [22] wird über der Verbindungsstelle einer Starrdeichselverbindung zwischen Traktor und Anhänger ein Zylinder eingesetzt und dieser zur Schwingungstilgung bei Straßenfahrt und Traktionsverbesserung auf dem Acker genutzt. Alternativ können zur Traktionsverbesserung auch Triebachsen in Anhängern verwendet werden. Eine hydraulische Lösung wurde von Poclain gezeigt. Hier wird auf dem Anhänger eine zapfwellengetriebene druckgeregelte Verstellpumpe genutzt, um an hydraulischen Radmotoren ein vorgegebenes Drehmoment unabhängig von der Fahrsituation bereitzustellen [12]. Elektrische Triebachsen stellen eine Konkurrenz zur hydraulischen Lösung dar und könnten sich besonders bei zukünftig stärkerer Verbreitung elektrischer Leistungsbereitstellung wegen ihrer guten Regelbarkeit auf Drehmomente oder Drehzahlen durchsetzen. Von Fliegl wurde bereits eine elektrische Anhängertriebachse vorgestellt [23].

Lenkhydraulik

Es ist ein Trend zu elektrohydraulischen Lenkungen und Steer-by-wire Systemen zu beobachten. Insbesondere die zunehmende Verbreitung von elektrischer Leistungsversorgung macht den Einsatz elektrisch angetriebener verdrängergesteuerter Lenkeinheiten lohnenswert.

[24] beschäftigt sich mit verdrängergesteuerten Lenkantrieben als Alternative zu drosselgesteuerten Orbitrol-Lösungen und wendet diese am Beispiel eines knickgelenkten Radladers an. Weber Hydraulik präsentierte eine elektrisch angetriebene verdrängergesteuerte Lösung, deren elektrischer Leistungsbedarf über eine Leistungselektrik oder das 12 V oder 24 V Bordnetz gedeckt werden kann (siehe **Bild 5**). Das System ist bisher schon in Gabelstaplern im Einsatz, soll aber auch beispielsweise in Traktoren zum Einsatz kommen. Eine Fail-Safe Funktion lässt sich bei Vorderachslenkungen über ein zusätzliches Orbitrol realisieren [8]. Voraussetzung für eine geregelte elektrohydraulische Lenkung ist die Erfassung des Lenkeinschlags. Dies lässt sich beispielsweise mit dem ebenfalls von Weber vorgestellten optischen Zylinderwegmesssystem realisieren [23].

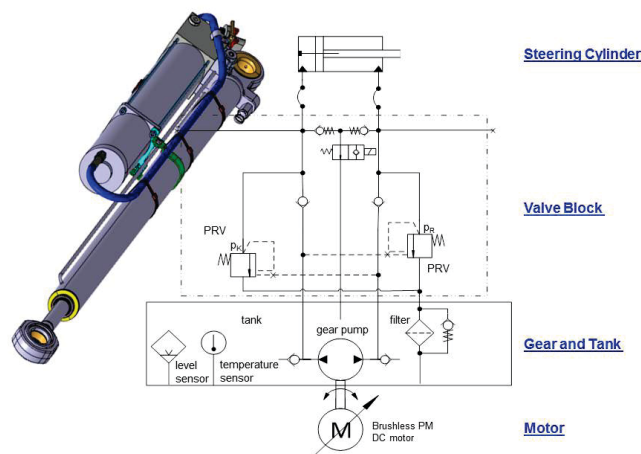


Bild 5: Elektrisch angetriebene verdrängergesteuerte Lenkzylindereinheit [Weber-Hydraulik]

Figure 5: Electric driven displacement controlled steering cylinder unit [Weber-Hydraulik]

Danfoss präsentierte mit der Lenkeinheit OSPE eine Kombination aus Lenkorbitrol und elektro-hydraulischer Lenkventilsektion, bei der das Lenkorbitrol in Straßenfahrt die Fail-Safe Funktion erfüllt [12]. Für herkömmliche Orbitrol-Lenkungen mit großen Volumenstrombedarfen mussten bisher wegen des großen Kraftbedarfs bei Ausfall der hydraulischen Leistungsversorgung Orbitrole mit zwei Dosiereinheiten verwendet werden. Durch Abschalten einer der Dosiereinheiten kann ein zu großer Kraftbedarf für die Lenkung vermieden werden. In der neuen Lenkeinheit OSPU (**Bild 6**) wird ein Teilvolumenstrom an der Dosiereinheit vorbei durch das Ventil geleitet, sodass im Normalbetrieb auch bei großem Volumenstrombedarf mit einer kleinen Dosiereinheit gearbeitet werden kann. Im Notbetrieb werden so die Lenkkräfte klein gehalten. In zusätzlichen Lenkungen, beispielsweise in gelenkten Hinterachsen kann auf Fail-Safe Lösungen mit Orbitrolen verzichtet werden. Die

Hinterachslenkung des Lintrac 90 von Lindner wird daher mit gleicher Priorität wie andere Arbeitshydraulikverbraucher über die Load-Sensing-Arbeitshydraulik versorgt [12].

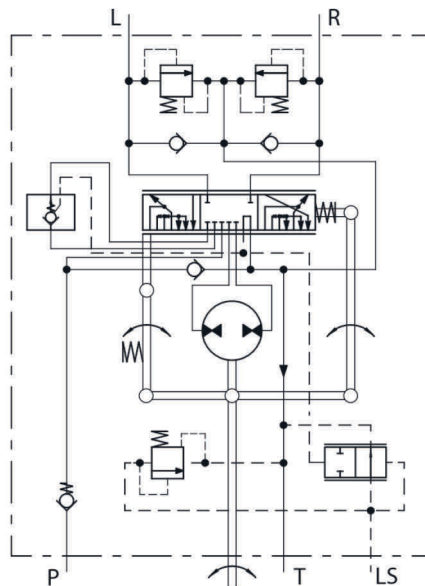


Bild 6: Lenkeinheit OSPU [Danfoss]

Figure 6: Steering unit OSPU [Danfoss]

Zusammenfassung

Aus den aktuellen Tätigkeiten in Wissenschaft und Industrie können verschiedene Entwicklungstrends identifiziert werden. Effizienzverbesserungen werden im Bereich der Schaltungstechnik durch neue Verdrängersteuerungen und Bedarfsstromsysteme angestrebt. Mit zunehmender Verbreitung elektrischer Leistungsversorgung auf Maschinen werden auch elektrisch angetriebene Verdrängersteuerungen wie zum Beispiel in Lenkungen sinnvoll. Große Aktivitäten sind auf dem Gebiet der aufgelösten Steuerkanten zu beobachten. Diese bergen das Potential sowohl für Effizienzverbesserungen als auch verbessertes Systemverhalten. Mit einigen neuen Entwicklungen wird sowohl das Verhalten von lastfähigen Systemen mit hoher Effizienz angestrebt. Von dem Trend zur Verbreitung aufwändiger Technologie auch in niedrigeren Leistungsklassen zeugen neue kleinere Maschinen mit LS-Arbeitshydraulik, leistungsverzweigten Getrieben und elektronischer Hubwerksregelung.

Literatur

- [1] N.N.: Deutsche Fluidtechnik - Maßgeschneiderte Premiumtechnologie macht den Unterschied. O+P 57 (2013) Konstruktions-Jahrbuch 2013/2014, S. 6-9.
- [2] Wiechers, R.: Auf ohne Schwung. Fluid 45 (2013), Fluid Markt - Jahreseinkaufsführer, S. 10-19.
- [3] -, -: DLZ Traktoren. dlz agrarmagazin 2014 (2013), S. 40-115.
- [4] Dreher, T., Geimer, M.: Entwicklung und Optimierung eines Konstantdrucksystems mit parallelen sekundärgeregelten Antrieben am Beispiel eines Mineraldüngerstreuers. 7. Kolloquium Mobilhydraulik, 27./28.09.2012, Karlsruhe.
- [5] Fedde, T.: Elektrohydraulische Bedarfsstromsysteme am Beispiel eines Traktors. Dissertation, TU Braunschweig, Braunschweig, 2007
- [6] Djurovic, M.: Energiesparende Antriebssysteme für mobile Arbeitsmaschinen "Elektrohydraulisches Flow Matching". Dissertation, TU Dresden, Dresden, 2007
- [7] Scherer, M., Geimer, M.: Forestry Crane with Electrohydraulic Flow-on-Demand System. VDI-MEG AgEng Tagung Landtechnik, 08.-09.11.2013, Hannover.
- [8] Frerichs, L., Hanke, S., Hartmann, K., Minssen, T.-F., Thielke, L., Untch, J. und Vollmer, T. Trends bei Bau- und Erdbewegungsmaschinen – Beobachtungen anlässlich der bauma 2013. O+P 57 (2013), H. 6, S. 17-21.
- [9] Koivumäki, J., Mattila, J.: Stable and high performance energy-efficient motion control of electric load sensing controlled hydraulic manipulators. Symposium on Fluid Power & Motion Control, FPMC2013, 06.-09.10.2013 Sarasota, Florida, USA.
- [10] Koivumäki, J., Mattila, J.: The automation of multi degree of freedom hydraulic crane by using virtual decomposition control. IEEE/ASME Int. Conf. on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM), Wollongong, Australia.
- [11] Sandkühler, G., Kempermann, C., Börger, L., Klasmann, M.: Embedded Hydraulics in Electric Hybrid Vehivle Systems. VDI-MEG AgEng Tagung Landtechnik, 08.-09.10.2013, Hannover.
- [12] Hanke, S., Hartmann, K., Minssen, T., Robert, M., Roos, L., Schattenberg, J., Schröter, J., Untch, J., Vollmer, T.: Trends bei Landmaschinen und Traktoren – Beobachtungen anlässlich der Agritechnica 2013. O+P 58 (2014) H. 1-2.
- [13] Selbach, R.: Swivelling hitch for soil protective crab steering. VDI-MEG AgEng Tagung Landtechnik, 08.-09.10.2013, Hannover.
- [14] Albrecht T.: Entlastende Regelung des Frontkrafthebers für bodengeführte Anbaugeräte. VDI-MEG Tagung Landtechnik, 06.-07.11.2012, Karlsruhe.
- [15] Sitte, A., Weber, J.: Structural design of independent metering control systems. The 13th Scandinavian International Conference on Fluid Power, SICFP2013, 3.-5. Juni 2013, Linköping, Schweden.
- [16] Pedersen, H., Andersen, O., Skouboe, T., Jacobsen, M.: Investigation and comparison of separate meter-in separate meter-out control strategies. ASME/BATH

- 2013 Symposium on Fluid Power & Motion Control, FPMC2013, 6.-9. Oktober 2013, Sarasota, Florida, USA.
- [17] Rath, G., Zaev, E.: Cylinder Pressures in a Position Controlled System With Separate Meter-in and Meter-out. The 13th Scandinavian International Conference on Fluid Power, SICFP2013, 3.-5. Juni 2013, Linköping, Schweden.
- [18] Löhr, C., Murrenhoff, H.: Simulation und Validierung eines energieeffizienten dezentralen Ventilsystems für mobile Arbeitsmaschinen mit integrierter Lasthaltefunktion. Antriebstechnisches Kolloquium, ATK, 19.-20. März 2013, Aachen.
- [19] Roos, L., Untch, J.: Traktorhydraulik. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2012. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2012. – S. 1-10
- [20] Pettersson, K., Krus, P.: Modular Design of Hydromechanical Transmissions for Mobile Working Machines. The 13th Scandinavian International Conference on Fluid Power, SICFP2013, 3.-5. Juni 2013, Linköping, Schweden.
- [21] Mutschler, S., Müller, M., Möller, D., Panizzolo, F.: HVT - Das leistungsverzweigte Getriebe für Radlader. Antriebstechnisches Kolloquium, ATK, 19.-20. März 2013, Aachen.
- [22] Marx, B., Johanning, B., Böttinger, S.: On- und Off-Road Fahrwerksregelung für Traktorgespänne. VDI-MEG Tagung Landtechnik, 06.-07. November 2012, Karlsruhe.
- [23] Hartmann, K., Jünemann, D., Kemper, S., Robert, M., Roos, L., Schattenberg, J. und Untch, J.: Trends bei Landmaschinen und Traktoren – Beobachtungen anlässlich der Agritechnica 2011. O+P 56 (2012) H. 1-2, S. 33-37.
- [24] Daher, N., Ivantysynova, M.: System synthesis and controller design of a novel pump controlled steer-by-wire system employing modern control techniques. ASME/BATH 2013 Symposium on Fluid Power & Motion Control, FPMC2013, 6.-9. Oktober 2013, Sarasota, Florida, USA.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Wissenschaftliches Review / Scientific Review

Erfolgreiches Review am 24.01.2014

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Untch, Johannes; Roos, Lennart: Traktorhydraulik. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2014. S. 1-13

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055009>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/153.html>

Fahrdynamik - Fahrsicherheit - Fahrerplatz

J. Krüger und H.J. Meyer

Fachgebiet Konstruktion von Maschinensystemen, Technische Universität Berlin

Kurzfassung

Technische Lösungen zur Verminderung von Vibrationsbelastungen werden von den Herstellern zunehmend eingesetzt. Vor allem die Möglichkeiten geregelter Systeme werden vermehrt genutzt. Neben geregelten Sitzfederungen sind geregelte Kabinenfederungen bei Traktoren inzwischen auf Wunsch lieferbar. Ziel dieser Systeme ist es Gesundheitsgefahren zu vermindern und dabei die mögliche Einsatzzeit die auf Grund gesetzlicher Bestimmungen durch Vibrationen limitiert ist zu erhöhen.

Schlüsselwörter

Fahrsicherheit, Fahrwerk, Sicherheitssystem, Traktor, Fahrersitz, Fahrzeugkabine

Ride Dynamics Ride Safety - Driver's Place

J. Krueger and H.J.Meyer

Technische Universität Berlin, Machinery system design group

Abstract

Technical solutions to reduce vibrations are more and more implemented by the manufacturers. Mainly actively controlled systems are being used increasingly. Next to controlled seat suspensions the manufacturers offer controlled cabin suspension systems. The goal of these systems is to reduce health risks while increasing operational times, which are limited by regulations, regarding the maximal exposition time to vibrations.

Keywords

ride safety, suspension, safety system, farm tractor, driver's seat, vehicle cab

Fahrkomfort

Aus dem Gesundheitsreport 2013 des Dachverbands der Betriebskrankenkassen geht hervor, dass auch im letzten Jahr die Hauptursache für Ausfalltage von Arbeitnehmern auf Muskel- und Skeletterkrankungen zurückzuführen ist. Insgesamt sind diese laut dem Bericht für über ein Viertel der Ausfalltage verantwortlich, wobei vor allem Krankheiten an Rücken und Wirbelsäule als Ursache genannt werden. Neben vielen anderen Faktoren sind diese Erkrankungen auch eine Folge von Ganzkörpervibrationen [1]. Vor diesem Hintergrund sind die kontinuierlichen Bestrebungen der Forschung, sowie der Hersteller, die gesundheits-schädlichen und komfortrelevanten Schwingungen durch verbesserte Federungen des Sitzes, der Kabine sowie des gesamten Fahrzeuges weiter zu senken, umso wichtiger.

Sitzfederung

Ksiażek stellt ein Verfahren zur Entwicklung einer optimalen Sitzfederung vor bei dem auch die Einflüsse des Fahrers durch ein biomechanisches Model des menschlichen Körpers berücksichtigt werden [2]. Dabei fließt die Bewertung der Beschleunigung abhängig von ihrer Frequenz in die Berechnungen mit ein [3].

Während die in aktuellen Traktoren eingesetzten geregelten Sitze in der Regel nur die vertikalen Bewegungen aktiv beeinflussen, stellt Kieneke einen Sitz vor, welcher auch laterale Schwingungen durch den Einsatz elektrischer Linearmotoren reduziert [4]. Im Durchschnitt wurde so eine Steigerung der möglichen Expositionsdauer, d.h. der Zeit, die eine Person nach der Richtlinie 2002/44/EG [5] ohne Gesundheitsgefährdung einer bestimmten Vibrationsbelastung ausgesetzt sein darf, um den Faktor 1,93 erreicht.

Eine weitere Studie untersucht die Wirkung von Schwingsitzen in Transportern [6]. Der Vergleich von ungefederten mit passiv gefederten Sitzen zeigt ein Potenzial zur Reduzierung von Ganzkörpervibrationen von 5 % - 25 % bei den passiv gefederten Sitzen.

Kabinenfederung

Getrieben durch die Veröffentlichung der EU-Richtlinie [5] im Jahr 2002 und deren Umsetzung in nationales Recht durch die "Lärm und Vibrationsschutzverordnung" im März 2007 [7] bieten die Hersteller inzwischen technisch anspruchsvolle Systeme an, die zur Einhaltung der geforderten Grenzwerte beitragen.

Zu beobachten ist, dass neben der Einführung von geregelten Sitzfederungen, sowie passiven Kabinenfederungen zunehmend auch geregelte Systeme im Bereich der Kabinenfederung eingesetzt werden. Waren vor vier Jahren die neu entwickelten geregelten Kabinenfederungen für einen Test der Zeitschrift Profi noch nicht verfügbar [8], bieten heute einige Hersteller diese bereits für ihre Schlepper an. Hierbei ist kein klarer Trend zu einem speziellen Wirkprinzip hinsichtlich der Schwingungsbeeinflussung erkennbar. Die Hersteller setzen auf unterschiedliche technische Lösungen. Während Claas mit seinem System "Z-Activ" die Dämpfungsveränderung über magnetorheologische Flüssigkeiten realisiert, bei denen die Viskosität und somit die Dämpfungskraft durch ein Magnetfeld beeinflusst werden kann, verwenden die Lösungen von John Deere ("HCS+") und Massey Ferguson ("Optiride"

mit Komponenten von Hydac) ein hydropneumatisches System. Die geregelte Kabinenfederung "AutoComfort" von Valtra baut auf Komponenten von ZF-Sachs auf und setzt eine Luftfederung sowie einen hydraulischen Dämpfer mit Drosselventil ein [9]. Entwicklungsbedarf besteht laut Wilmer vor allem im Zusammenspiel der verschiedenen Federungssysteme wie Achs-, Kabinen- und Sitzfederung [9].

Das erwähnte System "HCS+" von John Deere wird von v. Holst genauer beschrieben [10]. Über ein 2/2 Proportionalwegeventil, welches zwischen kolben- und ringseitigem Hydraulikspeicher verbaut ist, kann gleichzeitig die Dämpfung als auch die Federsteifigkeit beeinflusst werden (siehe **Bild 1**).

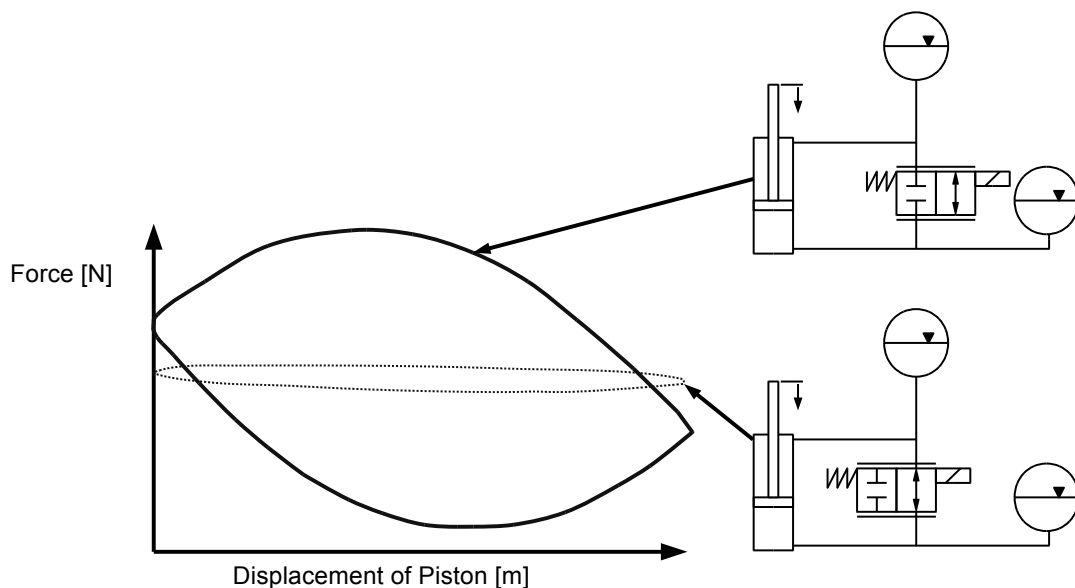


Bild 1: Prinzip der hydraulischen Schaltung der HCS+. Simulierte Hysterese des Kraft-Weg Verlaufes bei vollständig geschlossenem und vollständig geöffnetem Regelventil [10]

Figure 1: Hydraulic configuration of the HCS+. Simulated hysteresis of force-displacement characteristics of fully opened and fully closed valve [10]

Das System stützt sich hauptsächlich auf bereits im CAN-Bus vorhandene Signale um beispielsweise dem Bremsnicken bei einer Bremsung entgegenzuwirken. Die zulässige Expositionsdauer nach [5] ließ sich in Tests vor allem für Geschwindigkeiten über 20 km/h um mehrere Stunden erhöhen. Über eine manuelle Einstellung kann der Fahrer die Dämpfungs- und Federkraft auf einen großen Wert einstellen, um beispielsweise im Frontladerbetrieb ein Nicken zu unterbinden.

Die im Nutzfahrzeugbereich verbreiteten pneumatisch gefederten Fahrerhäuser werden von Graf et al. untersucht [11]. Während die momentan verwendeten Lösungen die Schwingungen in den Freiheitsgraden Heben, Wanken und Nicken unter Normalbedingungen gut reduzieren können, sorgen Extrembedingungen wie beispielsweise starke Bremsungen oder Anfahren am Berg dafür, dass die Federung die Endanschläge berührt. Hierbei entstehen unerwünschte Belastungen für die Insassen. Da über herkömmliche Luftfedern in dieser

Situation keine Zugkräfte aufgebracht werden können, verwenden Graf et al. sogenannte pneumatische Muskeln, welche zusätzlich zu den Luftfedern verbaut werden. Über diese werden mithilfe einer Kraftregelung die Nickbeschleunigungen beim Abbremsen, die durch die Berührung der Endanschläge auftreten, reduziert.

Fahrwerk / Achsfederung

Die Firma ARGO-HYTOS entwickelt ein Modulsystem für hydropneumatische Federungen. Hierdurch soll es auch für Modelle bzw. Hersteller mit kleineren Stückzahlen möglich gemacht werden, die Vorteile dieser Federungen zu nutzen. Ziel ist es, das System an kundenspezifische Anforderungen anzupassen und so je nach Bedarf beispielsweise einfach- oder doppelwirkende bzw. konstant oder variabel vorgespannte Federungen anzubieten [12].

Das von Wöhrmann et al. vorgeschlagene System zur Federung schwerer Nutzfahrzeuge basiert ebenfalls auf der Hydropneumatik [13]. Im Gegensatz zu den meisten Systemen wird hier vollständig auf elektrische Sensoren verzichtet. Eine Kontrolle der Dämpfung findet über eine hydraulische Regelung mit Hilfe eines Steuerkolbens statt. Dieser vergleicht die dynamisch anliegenden Radlasten mit den statischen und verstellt entsprechend die Dämpfung.

Da auch die Reifen unabhängig davon, ob eine zusätzliche Federung vorhanden ist oder nicht, einen starken Einfluss auf Fahrkomfort und Fahrsicherheit haben, sind auch diese weiterhin Gegenstand der Forschung und Entwicklung. Neben zahlreichen Untersuchungen zum Einfluss der Fahrgeschwindigkeit, sowie des Reifendrucks auf die Ganzkörpervibrationen des Fahrers in der Vergangenheit untersucht Cuong die Wirkung verschiedener Bodenfeuchten auf die Sitzbeschleunigungen [14]. In [15] wird von Schloetmann ein vollautomatischer Reifendruckregler vorgestellt. Hierzu wird die Achslast über einen Dehnmessstreifensensor ständig gemessen. Zusätzlich fließt im Gegensatz zu den herkömmlichen Systemen die Fahrgeschwindigkeit in die Bestimmung des Reifendrucks ein und stellt so selbstständig zwischen Acker- und Straßenmodus um.

Zur Vorhersage von Kräften die beim Einsatz von Anbaugeräten auftreten stellt Schimpl ein Mehrkörpermodell vor [16]. Das Modell beinhaltet Teilmodelle für Reifen, Achs-, Kabinen- und Sitzfederung sowie ein Fahrermodell. Ziel ist es eine Aussage über auftretende Beanspruchungen zu gewinnen.

Fahrsicherheit - Fahrdynamik

Im Bereich der Fahrsicherheit wurden auf der Agritechnica 2013 einige Neuheiten präsentiert. Same Deutz-Fahr stellte dort eine technische Lösung vor, die zusätzlich zur Motorbremse ein Bremsmoment erzeugen kann, ohne die Fahrzeugbremse einsetzen zu müssen [17]. Die Bremswirkung wird hierbei über eine Drossel in der Arbeitshydraulik erzielt. Wird das Bremsmoment benötigt, wird der Ölstrom über diese Drossel geführt und erzeugt so eine Bremsleistung. Die Wärme wird durch einen Lüfter abgeführt, der sich über eine Viscokupplung automatisch zuschaltet.

Claas zeigte ein zwangsgelenktes Achssystem für Anhänger [18]. Bisherige Systeme stellten hierbei einen Kompromiss dar. Während bei hohen Geschwindigkeiten ein geringer Lenkeinschlag günstig für die Stabilität des Gespanns ist, sollte bei geringen Geschwindigkeiten die Zwangslenkung stärker arbeiten um die Wendigkeit zu erhöhen. Das System von Claas stellt die Unterstützung automatisch nach Fahrsituation ein. Zusätzlich wird der Fahrer bei enger Kurvenfahrt durch ein akustisches Signal gewarnt, um eine Kollision zwischen Schlepper und Anhängerdeichsel zu vermeiden.

Die Unfälle die beim Auf- und Absteigen eines Traktors entstehen untersucht Quendler [19]. Es wird festgestellt, dass in den Jahren 2005 bis 2008 nahezu die Hälfte (48 %) aller mittleren, schweren und tödlichen Traktorunfälle in Bayern auf das Ein- oder Aussteigen zurückzuführen sind. Es werden Vorschläge gemacht, wie diese Unfälle zukünftig vermieden werden können.

Im Hinblick auf eine verbesserte Traktion von Traktoren schlägt Osinenko ein neues Verfahren zu Echtzeiterkennung von Traktionsparametern vor [20]. Bisherige Algorithmen nutzen in der Regel einen festen Wert für den Schlupf als Referenz. In einigen Fällen kann dies dazu führen, dass der Traktor nicht den optimal möglichen Anteil der Motorleistung in Zugkraft umsetzt. **Bild 2** zeigt die Faktoren, welche die Zugkraft beeinflussen.

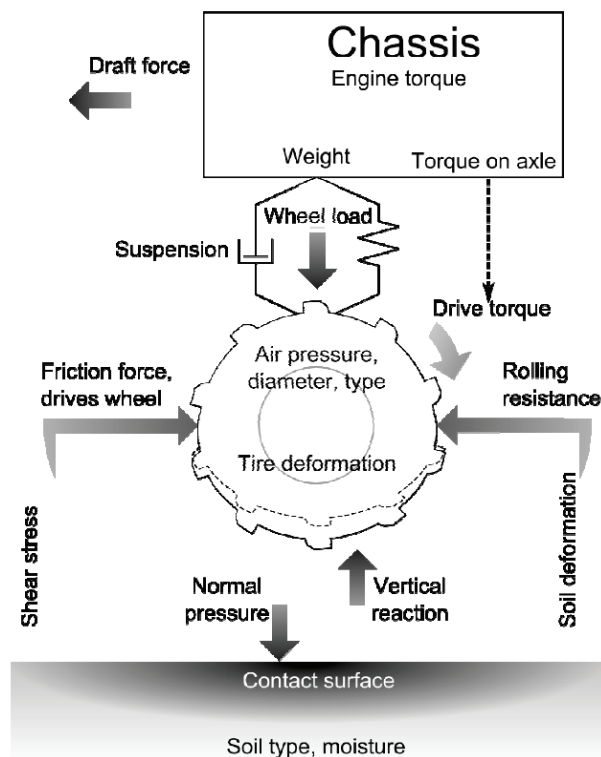


Bild 2: Zugkraftbeeinflussende Faktoren [20]

Figure 2: Factors influencing draft force [20]

Durch Identifikation dieser beeinflussenden Parameter wie Triebkraftbeiwert sowie Rollwiderstand während der Fahrt kann das Zugkraftverhalten verbessert werden.

Mit Hilfe einer neuen Kennzahl zur Beschreibung der Mobilität von Fahrzeugen, welche Hegazy und Sandu einführen, kann in Abhängigkeit von geometrischen und physikalischen Radparametern sowie der Bodenbeschaffenheit eine Aussage zur Traktion von Fahrzeugreifen gemacht werden [21]. Traktion und Radschlupf stehen ebenfalls im Fokus der Untersuchungen von Patterson et al. [22]. Am Beispiel eines Radladers werden die gegenseitige Beeinflussung des Traktionsregelsystems und eines Allradantriebsstrangs mit Sperrdifferentialen untersucht. Ein verbessertes Simulationsmodell zur Abbildung der Reifeneigenschaften stellt Witzel vor [23]. Dieses ermöglicht eine bessere Vorhersage der Scherkraftverteilung sowie des Zusammenspiels zwischen Reifen und kleinen Hindernissen.

Xu zeigt eine Methode, wie mit einem Fahrwerk mit variabler Federsteifigkeit und Dämpfung die Fahrsicherheit besonders bei plötzlichen Ausweichmanövern verbessert werden kann [24]. Die Regelung des Giermoments, bei der durch zusätzliche Radmomente an einzelnen Rädern einem Über- oder Untersteuern des Fahrzeugs entgegengewirkt werden soll, wird mit der Regelung von Federsteifigkeit und Dämpfung verbunden. Hiermit können über eine verbesserte Radaufstandskraft an allen Rädern die giermomentkorrigierenden Radmomente optimal eingesetzt werden.

Zusammenfassung

Der Fahrkomfort bei Traktoren als universell einsetzbare Arbeitsmaschine steht weiterhin im Fokus der Forschung sowie neuer Entwicklungen. In den letzten Jahren haben geregelte Federungssysteme auch im Bereich der Kabinenfederung Einzug gehalten, sind jedoch noch keine Standardausstattung. Es ist zu erwarten, dass durch die gesetzlichen Rahmenbedingungen zunehmend aufwändigere Lösungen eingesetzt werden. Dies verbessert gleichzeitig die Arbeitsbedingungen für den Fahrer und ermöglicht längere Einsatzzeiten.

Literatur

- [1] Bungard, S.: BKK Gesundheitsreport 2013 (2013)
- [2] Książek, A.: Optimal driver seat suspension for a hybrid model of sitting human body. *Journal of Terramechanics* 49 (2012) S. 255-261.
- [3] Mechanische Schwingungen und Stöße - Bewertung der Einwirkung von Ganzkörper-Schwingungen auf den Menschen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen (1997).
- [4] Kieneke, R.: Aktive Sitzfederung für militärische Radfahrzeuge zur Minderung vertikaler und lateraler Humanschwingungen. *VDI-Berichte* 2190 (2013), S. 315-330.
- [5] Richtlinie 2002/44/EG des Europäischen Parlaments und Rates vom 25. Juni 2002 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Vibrationen) (16. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG). Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 6.7.2002, L 177/13 – L 177/19 (2002).
- [6] Meyer, L.: Vibrationen am Arbeitsplatz – Schwingsitze in Transportern. *VDI-Berichte* 2190 (2013), S. 263-272.
- [7] Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung vom 6. März 2007 (BGBl. I S. 261), zuletzt durch Artikel 3 der Verordnung vom 19. Juli 2010 (BGBl. I S. 960) geändert.
- [8] van Hattum, B.: Von der Sänfte bis zur Schiffschaukel. *Profi* 21 (2009) H. 12, S. 18-26.
- [9] Wilmer, H.: Aktive Federungen im Vergleich. *Profi* 24 (2012) H. 11, S. 12-17.
- [10] v. Holst, C.: Verbesserung des Schwingungsschutzes von Traktorfahrern durch intelligente, semi-aktive Kabinenfederung. *VDI-Berichte* 2190 (2013), S. 355-362.
- [11] Graf, C.: Reduzierung der Insassenbelastung bei extremen Fahrmanövern mit einem aktiv luftgefederten Nutzfahrzeug-Fahrerhaus. *VDI-Berichte* 2190 (2013), S. 331-344.
- [12] Bauer, W.: Hydropneumatische Federungen. *O+P* (2013) H. 11-12 S. 24-27.
- [13] Wöhrmann, M.: Hydropneumatische Federungssysteme für schwere Nutzfahrzeuge. *ATZ offhighway* 5 (2013) H. 3, S. 60-67.
- [14] Cuong, D.-M.: Effects of tyre inflation pressure and forward speed on vibration of an unsuspended tractor. *Journal of Terramechanics* 50 (2013) S. 185-198.
- [15] Schloetmann, L.: Vollautomatischer Reifenregler. *Profi* 23 (2013) H. 12, S. 110-111.
- [16] Schimpl, W.: Simulation of controlled rough track rides with agricultural assemblies. *Proceedings 71st Conference LAND. TECHNIK - AgEng 2013*, *VDI-Berichte* Nr. 2193 (2013) S. 83-88.
- [17] -, -: Internetauftritt der Firma Same Deutz-Fahr. <http://www.deutz-fahr.com/de-CH/deutz-fahr-welt/news-und-events/2759-same-deutz-fahr-gewinnt-zwei-silbermedaillen-zur-agritechnica-2013>, 29.12.2013.
- [18] -, -: Internetauftritt der Firma Claas. <http://www.claas.de/faszination-claas/kompetenz-center/agritechnica-2013/medaillen>, 19.12.2013.
- [19] Quendler, E.: Tractor accidents during boarding. *Proceedings 71st Conference LAND. TECHNIK - AgEng 2013*, *VDI-Berichte* Nr. 2193 (2013) S. 97-104.

- [20] Osinenko, P.: Real-time identification of vehicle dynamics for mobile machines with electrified drive trains. Proceedings 71st Conference LAND. TECHNIK - AgEng 2013, VDI-Berichte Nr. 2193 (2013) S. 241-247.
- [21] Hegazy, S.: Experimental investigation of vehicle mobility using a novel wheel mobility number. Journal of Terramechanics 50 (2013) S. 303-310.
- [22] Patterson, M.: Fusion of driving and braking tire operational modes and analysis of traction dynamics and energy efficiency of a 4 x 4 loader. Journal of Terramechanics 50 (2013) S. 133-152.
- [23] Witzel, P.: Advancement and Validation of the Hohenheim Tyre Model. Proceedings 71st Conference LAND. TECHNIK - AgEng 2013, VDI-Berichte Nr. 2193 (2013) S. 73-81.
- [24] Xu, Y.: Improving the capacity of tire normal force via variable stiffness and damping suspension system. Journal of Terramechanics 50 (2013) S. 121-132.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Wissenschaftliches Review / Scientific Review

Erfolgreiches Review am 27.02.2014

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Krüger, Jan; Meyer, Henning Jürgen: Fahrdynamik – Fahrsicherheit – Fahrerplatz. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2014. S. 1-8

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055011>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/141.htmlText>

Bodenbearbeitungstechnik

Thomas Herlitzius und André Grosa,
Institut für Verarbeitungsmaschinen und mobile Arbeitsmaschinen (IVMA), TU Dresden

Kurzfassung

Die Marktentwicklung im Bereich Bodenbearbeitungstechnik korreliert mit Zuwächsen im gesamten Bereich Landtechnik und hat insgesamt inklusive Sätechnik ein Volumen von knapp 10 %. Die Aufteilung auf die Bereiche Bodenbearbeitung und Aussaat sind dabei gleich verteilt. Dabei ordnen sich die Arbeitsgänge für die Bodenbearbeitung zunehmend in die gesamte Verfahrenslinie ein. Das zeigt sich an der Maschinenteknik. Die Kombination der Bodenbearbeitung mit der Aussaat wird auch innerhalb der Maschine seit Längerem praktiziert. Aktuell wird versucht, das Stoppelmanagement mit dem Zweck einer besseren Feldhygiene, zunächst verfahrensseitig zu integrieren. Technisch sollen modulare, plattform-basierte Bauweisen mehr Flexibilität in der Anpassung der Geräte und Maschinen an die Anforderungen bringen und die Herstellungskosten senken. Weiterhin sind Schritte in Richtung Automatisierung sichtbar. Die erste ISOBUS – Steuerung für den Pflug übernimmt beispielsweise die Einstellung und den Betrieb des Gerätes vor und während der Feldarbeit.

Schlüsselwörter

Bodenbearbeitung, Streifenbearbeitung, Geräteeinstellung, Gerätesteuerung, Gerätemassen

Tillage

Thomas Herlitzius and André Grosa,
Institut für Verarbeitungsmaschinen und mobile Arbeitsmaschinen (IVMA), TU Dresden

Abstract

Market development in the segment of tillage technology correlates with trends in the whole agricultural technology sector and represents a market volume of about 10 % including drilling / sowing technology. Segments of tillage and drilling technology are similar in volume. Processes of tillage are more and more integrated into the whole process line. Latest machine developments demonstrate this trend. The combination of tillage with drilling within a single machine is practiced for quite some time. For an improved sanitation it is currently tested to integrate stubble management in the process line. Technological trends are modular, platform based set-ups to improve flexibility in the adaption of implements and machines to requirements and decrease manufacturing costs. Furthermore a clear trend to automation is arising. The first ISOBUS controlling for a plough performs, by the way of example, the adjustment and operation of the implement before and during processing in the field.

Keywords

tillage, strip till, tillage implement adjustment, tillage implement control, tillage implement masses

Allgemeine Entwicklung

Der mittelfristige Trend in Europa zeigt seit dem Spitzenjahr 2008 für fast alle Hersteller eine sehr dynamische Umsatzentwicklung.

Die mittelständig geprägten Hersteller von Bodenbearbeitungs- und Bestelltechnik (mit Focus auf den europäischen Markt) erreichten im Zeitraum 2008 – 2012 über 18 % Umsatzzuwachs, die ausschließlichen Hersteller von Ackerbausystemen liegen mit 25,3 % noch deutlich darüber [1; 2]. Dieser Dynamiktrend setze sich auch 2013 fort.

Im Mai 2013 waren 17 Bodenbearbeitungs- und Sätechnik Hersteller als Mitglied im VDMA Landtechnik vertreten und stellen damit einen Anteil von 10 % der im VDMA vertretenen Landtechnik Firmen [1; 2].

Die Zuwächse sind sowohl stückzahl- als auch wertschöpfungsbasiert (Preis/ Einheit).

Der Anteil der Bodenbearbeitungs- und Sätechnik am gesamten Landtechnikmarkt lag 2012 bei 9,3 % und erfuhr gegenüber dem Vorjahr eine geringe Steigerung von knapp einem Prozent. Dabei entfällt auf die Technik zur Bodenbearbeitung etwas mehr als die Hälfte [1].

So stieg beispielsweise nach Angaben des VDMA auf dem Pflugmarkt das Volumen 2012 auf 4476 Einheiten. Das ist gegenüber 2010 eine Steigerung von 19,7 % oder 737 Stück.

Markt für Bodenbearbeitungs- und Bestelltechnik in Deutschland <i>Volume of sales for tillage and seeding machines in Germany</i>				
	2010	2011	2012	Trend*
Maschinenart Machine				
Gesamt <i>Summary</i>	3,870	4,760	5,411	13,7%
Bodenbearbeitung <i>Tillage</i>	0,171	0,199	0,252	26,6%
Säen, Düngen, Pflanzenschutz <i>Sowing, Fertilizing, Plant protection</i>	0,170	0,197	0,250	26,9%
* Veränderung zum Vorjahr / <i>Change to the preceding year</i>				
Quelle: Statistisches Bundesamt, VDMA Werte in Mrd. € <i>Values in Bn. €</i>				

Bild 1: Marktentwicklung für Bodenbearbeitungs- und Bestelltechnik in Deutschland [1]

Figure 1: Market volume of tillage and seeding implements in Germany [1]

International betrachtet der VDMA die Geschäftsklimaentwicklung in Europa noch als unterdurchschnittlich, jedoch sind die Hersteller von Bodenbearbeitungs- und Sätechnik am optimistischsten. Insbesondere in Indien, Brasilien und den USA werden die Aussichten noch weit besser als in Europa eingeschätzt [2].

Flexibilisierung und Steuerung der Geräte für präzise Arbeit

Schwerpunkt für Weiterentwicklungen und Produktverbesserungen sind weiterhin die Gerätesysteme für die nicht wendende, konservierende Bodenbearbeitung. Dabei werden von den großen Herstellern weitgehend universell einsetzbare Geräte angeboten, die jeweils für

flache Arbeit und leichtere Bedingungen (Stoppelbearbeitung, flache Mulchbearbeitung bis 15 cm) oder krumentiefe, intensive Lockerung eingesetzt werden können. Die ackerbaulichen Anforderungen sind hier sehr komplex und die Gerätebelastung durch die Arbeitswiderstände der Werkzeuge mit spezifischen Zugkräften zwischen 4 bis 20 kN/mAB stark unterschiedlich. Aus diesem Grund werden von den Herstellern bei zinken- und scheibenbasierten Gerätesystemen schwere und leichte Baureihen angeboten (z.B. Grubber Horsch Terrano / Tiger oder Scheibeneggen Lemken Heliodor / Rubin) [3; 4].

Modular aufgebaute Systeme, die ein schnelles Wechseln der gesamten Werkzeugsektionen, wie aus der Drilltechnik bekannt (Horsch Joker; Farnet Falcon), ermöglichen, haben sich bei den Bodenbearbeitungsgeräten bisher nicht durchgesetzt.

Bei Neuentwicklungen stellten sich die Gerätehersteller unter anderem den folgenden Forderungen:

- der präzisen Tiefenführung der Arbeitsorgane,
- der Mobilisierung von Traktor - Zugkraftreserven für gezogene Geräte und Kombinationen,
- der Erleichterung der Geräteeinstellung vor und während der Feldarbeit,
- dem Anpassen des Gerätes an das Arbeitsziel bei Senkung der Nebenzeiten (Einstell-, Wartungs-, Reparaturzeiten),
- der zielgerichteten Rückverdichtung und Perforation des Bodens nach der Überfahrt.

Insbesondere bei langen, aufgesattelten Grubberkombinationen ist die exakte Tiefenführung der Zinkenwerkzeuge für das Arbeitsergebnis und den Zugkraftbedarf sehr wichtig. Das gelingt mit der ausschließlichen Aufsattelung des Gerätes über die Traktorunterlenker nicht optimal. So werden von vielen Herstellern im vorderen Bereich heute Stützräder eingesetzt (**Bild 2**) [3; 4; 5; 6; 9; 11].



Bild 2: Aufgesattelte Grubberkombination mit vorderen Stützrädern Kerner Komet 420 Üh [5]
Figure 2: Hitched cultivator combination with front support wheels Kerner Komet 420 Üh [5]

Dabei wird zwangsläufig die Hinterachse entlastet, das Zugvermögen des Traktors sinkt. Dem sollen Systeme zur Traktionsverstärkung entgegen wirken, die hydraulisch zusätzliche (Vertikal-) Stützkkräfte vom Geräterahmen auf den Heckkraftheber und damit die Traktorhinterachse übertragen. Mehrere Hersteller bieten hier seit 2 Jahren optionale Lösungen an. Lemken kombiniert dieses System nun mit einer Arbeitstiefenführung und Konturanpassung [4]. Dieses System ist für Aufsattelgeräte wie z. B. den Grubber Karat verfügbar und erhielt dafür auf der Agritechnica 2013 in Hannover die einzige Silbermedaille im Bereich Bodenbearbeitung. Technisch wird hierbei zwischen Werkzeugsektion und Nachlaufwalze im Rahmen ein Gelenk mit horizontaler Achse vorgesehen. Im System wird die Belastung der Arbeitsfeld-Tasträder sensorisch erfasst. Über die Ansteuerung eines zusätzlichen Hydraulikzylinders über dem Rahmengelenk und damit dem Absenken oder Ausheben über die Nachlaufwalzen wird nun die Tastradlast als Maß für die Arbeitstiefe konstant gehalten. Die restlichen Stützkkräfte, resultierend aus den Zinkeneinzugskräften, werden über die Kinematik der Traktionsverstärkung in den Heckkraftheber eingeleitet (**Bild 3**).

Das Einstellen der Geräte vor und auch während der Feldarbeit erfolgt heute zunehmend mit elektrohydraulischen Systemen von der Schlepperkabine aus. Beim Pflug ist mit bis zu sieben Einstell- und Regelgrößen die Steuerung sehr komplex. Aus diesem Grund bietet hier ebenfalls Lemken eine ISOBUS fähige Steuerung (TurnControlPro). Für den Pflug mit elektrohydraulischem Drehwerk und Stützrad (Juwel 8) können mit dieser Steuerung serienmäßig der Drehvorgang, die Pflugneigung, -arbeitsbreite, -tiefe serienmäßig und die Vorderfurchenbreite, Packerbedienung und Überlastsicherung optional angesteuert werden.



Bild 3: Aufsattelgrubber Lemken Karat 9 mit Arbeitstiefenregelung und Traktionsverstärkung [4]
Figure 3: Trailed cultivator Karat 9 working depth control and traction boost [4]

Mit der Entwicklung der Tiefgrubberkombination Performer verfolgt Kuhn das Ziel die Einsatzbreite eines Gerätes maximal zu erhöhen. Das aufgesattelte Gerät kann die einzelnen Werkzeugsektionen (Scheiben-, Zinken-, Nachlaufwalzen-) separat vollständig anheben oder absenken, so dass sie kombiniert oder einzeln im Bodeneingriff stehen. Auch ein Betrieb ohne Nachlaufwalzen zum tiefen Grubbern im Herbst oder am Vorgewende mit maximaler Oberflächenrauheit wird möglich. Dabei erfolgt die Tiefenführung allerdings über das Straßenfahrwerk und hinterlässt Spuren.

Zur Verkürzung der Wartungszeiten bei der Bodenbearbeitung haben sich Scharschnellwechselsysteme durchgesetzt. Diese werden von den Herstellern permanent weiterentwickelt.

Den sehr hohen Hinterachslasten am Traktor beim Ausheben sehr langer Anbaugeräte mit schweren Nachlaufwalzen beim Straßentransport oder am Vorgewende begegnet Lemken mit einer Aufsattellösung. Dazu wird die vom Geräteträgersystem bekannte Spornradlösung nun für Anbaugeräte, wie z. B. die schwere Kurzscheibenegge Lemken Rubin 12 genutzt. Bis zu 6,5 kN Stützkraft kann das zusätzliche Nachlauffahrwerk tragen und ist prinzipiell auch für Anbaugrubber nutzbar [4].

Weiterentwicklung der Strip-Till Systeme

Im Bereich der Strip – Till Systeme wurden zahlreiche Entwicklungen vorgestellt, damit die Technik den komplexen Verfahrensanforderungen besser gerecht wird und damit eine weitere Etablierung des Systems möglich wird. Folgende Entwicklungsrichtungen standen hierbei im Vordergrund:

- die Variabilität der Reihenweiten und der Reihenanzahl,
- die Austauschbarkeit der Werkzeuge,
- die Kombination der Systeme mit Mineraldüngerapplikation in verschiedene Bodenhorizonte sowie
- das definierte Einbringen/ Ablegen von organischem Flüssigdünger (Gärreste oder Gülle) in den Boden.

So werden heute Reihenweiten von 45 – 80 cm realisiert mit denen alle Reihenkulturen und auch Raps bestellt werden können. Kernelemente der Werkzeugsektionen sind Scheibenwerkzeuge zur Reduzierung der Verstopfungsgefahr. Diese führen die Arbeitsorgane (Stützscheiben oder -räder), begrenzen den Bearbeitungsquerschnitt und schneiden ihn frei. Schlanke Zinkenwerkzeuge dienen der Lockerung und Mittelapplikation und nachlaufende Andruckrollen krümeln und rückverdichten den Arbeitsstreifen. Durch die Anstellung der Begrenzungscheiben kann die Oberfläche geformt werden. So wird beispielsweise durch häufelnde Wirkung (Zustellen der Scheiben) eine konvexe Dammform erzielt, die eine rasche Bodenerwärmung im Frühjahr begünstigt.

Die Düngerapplikation erfolgt optimal in 2 Horizonten, flach (5 – 10 cm) für kurzfristige Pflanzenverfügbarkeit und tiefer (>15 cm) als Langzeitdepot. Dazu müssen die Düngerschare exakt in der Tiefe einstellbar sein [10]. Insbesondere bei dem Ausbringen von organischen

Düngern wie Gülle und Gärreste ist aus logistischen Gründen zweiphasiges Arbeiten sinnvoll. Hier werden hohe Spurgenaugigkeiten notwendig.

Da bei der Streifenbearbeitung nur etwa 30 – 50 % der Fläche bearbeitet werden, können bis zu 70 % der Zugkraft eingespart werden. Dieses Potenzial ist nutzbar, um im Arbeitsbereich tiefer und intensiver zu arbeiten, oder die Arbeitsbreite insgesamt zu erhöhen. Letzterer Weg hat Auswirkungen auf die gesamte Verfahrenskette und aus diesem Grund schwer realisierbar.

Konzepte von Kverneland (Kultistrip, **Bild 4**) [6] oder Sumo (Deep-Tillage-Seeder; DTS) [7] realisieren die krummentiefe Lockerung in den Bearbeitungsreihen bis 30 beziehungsweise 35 cm mit Lockerungszinken. Damit wird eine Tieflockerung erreicht.



Bild 4: Kverneland Strip-Till Werkzeugsystem mit Tieflockerungszinken [6]

Figure 4: Kverneland Strip-Till tool system with deep loosening chisel [6]

Die Anpassung der Strip Till Technologie an die Anforderungen im Getreideanbau ist eine Herausforderung. Problem sind hier die heute üblichen, engen Reihenabstände von 12 – 15 cm. Ein Vorreiter ist hier seit mehr als 10 Jahren die englische Firma Claydon. Der Anpassung des Konzeptes an mitteleuropäische Bedingungen stellen sich verschiedener Hersteller wie z. B. Köckerling, Horsch und Väderstad [7; 8; 9; 10]. Mit den Lockerungswerkzeugen werden im Abstand von 30 cm Streifen gelockert, an deren Rändern dann im halben Strip-Till Abstand (15 cm) das Saatgut ausgebracht wird (**Bild 5**). Dieses System ist auch für Raps mit 30 cm möglichen Reihenabständen nutzbar. Dabei wird dann direkt in die gelockerten Streifen gesät. Pflanzenbauliche Effekte bei diesen Systemen sind insbesondere die Wasser konservierende Wirkung, bessere Bodenbelüftung und stärkeres, zielgerichtetes Wurzelwachstum. Sie wurden in wissenschaftlich begleiteten Feldversuchen, u. a. der Land-

wirtschaftskammer Nordrhein Westfalen, der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft und Geologie (LfULG), der Bayrischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) und der Universität Hohenheim [12; 13; 14] im Feldversuch nachgewiesen.

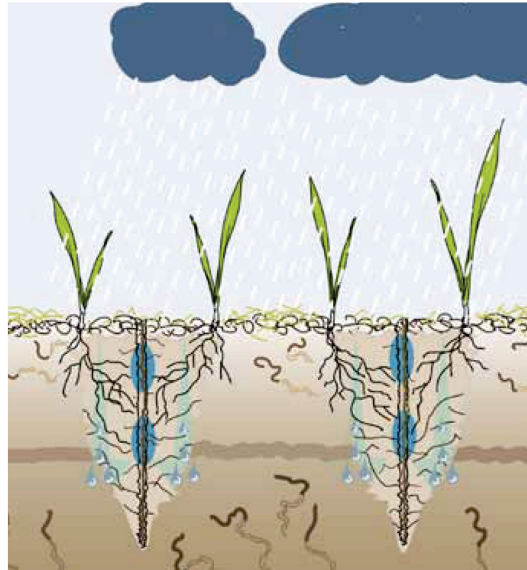


Bild 5: Getreideaussaat zwischen die gelockerten Streifen [10; 11]

Figure 5: Grain seeds between strip - till areas [10; 11]

Entwicklung der Maschinengewichte

Die Entwicklungen der letzten 20 Jahre waren von der Steigerung der Flächenleistung und einer Reduzierung der Überfahrten durch Verringerung der Arbeitsgänge gekennzeichnet.

Das bedeutet für die Bodenbearbeitungstechnik

- durch höhere Arbeitsgeschwindigkeiten eine erhöhte Werkzeugbelastung und Verschleiß,
- durch größere Arbeitsbreiten komplexe Rahmenstrukturen und lange Bauweisen zur Anordnung der Funktionsbaugruppen mit
- erforderlichen klappbaren Einheiten und komplexen Kinematiken in Mitteleuropa um die geforderten Lichtraumprofile beim Straßentransport einzuhalten und nicht zuletzt
- höhere Transportgeschwindigkeiten beim Umsetzen der Geräte mit Fahrgeschwindigkeiten bis über 40 km/h.

Schlepper können heute bis 60 km/h Transportgeschwindigkeiten erreichen. Werden diese auch beim Umsetzen der Bodenbearbeitungsgeräte und -maschinen erreicht?

Festzustellen ist zunächst die Erhöhung der Maschinengewichte. Dazu wurden an der TU Dresden die spezifischen Massen aus den technischen Daten für verschiedene Bodenbearbeitungsgeräte und Maschinen recherchiert und ausgewertet. Dem Diagramm (**Bild 6**) liegen die Daten für gezogene, nicht angetriebene Grubber und Scheibeneggen zu Grunde.

Dabei blieben die Massen für nachlaufende Walzensektionen unberücksichtigt, um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Dazu wurden auf der rechten Ordinate die möglichen Arbeitsgeschwindigkeiten angetragen.

Die durchschnittlichen Arbeitsgeschwindigkeiten für Scheibeneggen und Grubber verdoppelten sich seit Beginn der Traktormechanisierung. Der höhere Zugkraftbedarf der Grubber bedingt dabei etwa 20 – 30 % geringere Arbeitsgeschwindigkeiten im Feld. Dabei sind durchaus Anstiegsstufen z. B. mit Einsatz der Traktoren oder mit Aufkommen der Lastschaltgetriebe und damit der stufenlosen Änderung der Arbeitsgeschwindigkeit sichtbar. Bei der Feldarbeit wird heute ein weiterer Geschwindigkeitsbereich durchfahren. Fahrt in Steiglinie oder Ausweichvorgänge erfordern das Reduzieren der Arbeitsgeschwindigkeit. Damit ändern sich die Arbeitsweisen der Werkzeuge und damit das Arbeitsergebnis gezogener Geräte sichtbar. Die Belastungen der Rahmenstrukturen schwanken stark, besonders durch signifikant andere und vor allem höhere dynamische Lastkollektive aus dem Straßen- oder Feldwegtransport mit hohen Geschwindigkeiten.

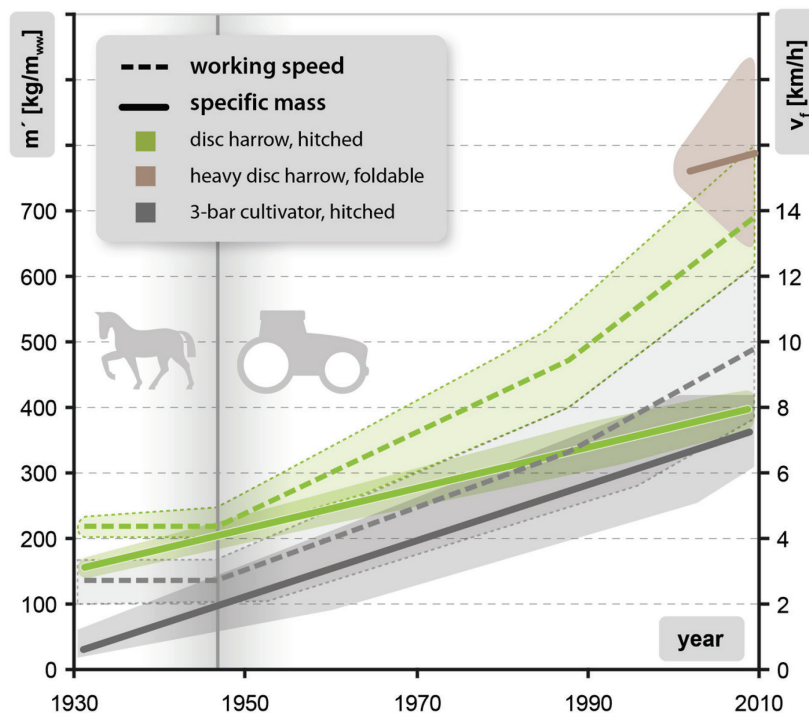


Bild 6: Entwicklung der spezifischen Maschinengewichte und Arbeitsgeschwindigkeiten bei Bodenbearbeitungsgeräten [15]

Figure 6: Trend of specific weight and working speed of tillage implements [15]

Die komplexen Geräterahmen werden weiterhin aus Baustahlprofilen in Kombination mit kalt- oder warmumgeformten Blechkomponenten gefertigt. Die spezifischen Gerätemassen stiegen im Betrachtungszeitraum um 5 – 10 kg/Jahr was einer Verdopplung in den letzten 50 Jahren entspricht. Dabei erhöhte sich jedoch die Strukturfestigkeit durch den Einsatz moderner Halbzeuge, insbesondere der Stahlleichtbau Hohlprofile auf das über 5-fache (**Bild 7**). Durch den konsequenten Einsatz höherfester Feinkornbaustähle seit den 90er Jah-

ren (ca. 50 % Festigkeitszuwachs) konnten in Summe mehr als 8-fache Strukturfestigkeiten erreicht werden [14; 16].

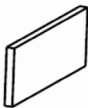
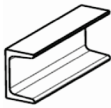
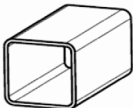
		1950	1980	2010	Trend*
Rahmenprofil	frame profil				
Bezeichnung	type	Flach 80x10	U 80	Vk 100x5	
spezifisches Gewicht [kg/m]	<i>spezifical mass</i>	6,3	8,6	14,4	230%
Widerstandsmoment Biegung [cm ³]	<i>section modulus (bending)</i>	10,6	26,5	54,2	
Strukturfestigkeit [%]	<i>structural capability</i>	100	250	511	511%
Werkstoff	raw material	St 37	S 355 MC		
Zugfestigkeit [N/mm ²]	<i>tensile strength</i>	340		490	144%
* Veränderung zu 1950 / Change to 1950					
Quelle: TU Dresden, Professur Agrarsystemtechnik					

Bild 7: Steigerung der Strukturfestigkeit durch Werkstoffe und Halbzeug [17]

Figure 7: Development of the structural strength based on material and raw material [17]

Zukünftig können hier der Einsatz leichter Materialien (z. B. faserverstärkte Kunststoffe) weitere Massereduzierungen oder die Verwendung von hochfesten Feinkornbaustählen (z. B. S700MC) mehr dynamische Belastbarkeit für hohe Straßentransportgeschwindigkeiten bringen.

Literatur

- [1] -, -: VDMA Landtechnik, Wirtschaftsbericht 2013
- [2] -, -: Der Markt kannte nur eine Richtung. Eilbote Nr. 42/2013, S. 6-8
- [3] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Horsch, 1/2014, <http://www.horsch2.com>
- [4] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Lemken, 1/2014, <http://www.lemken.com>
- [5] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Kerner, 1/2014, <http://www.kerner-maschinenbau.de>
- [6] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Kverneland, 01/2014; <http://www.kverneland.de>
- [7] -, -: LOP (Landwirtschaft ohne Pflug), 11/2013, S.45
- [8] -, -: Strip-Till als Ackerbaukonzept (Einsatz des Köckerling Master zur Streifenlockerung vor der Getreideaussaat), LOP, 4/2013; S.4-12
- [9] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Köckerling, 01/2014;
<http://www.koeckerling.de/de/produkte/bodenbearbeitung.html>
- [10] Engberink, S.: Streifenbearbeitung in Raps und Getreide, LOP, 12/2013; S. 32-37
- [11] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Väderstad, 01/2014; <http://www.vaderstad.com>
- [12] Laurenz, Dr. L.: Erfahrungen mit der Gülledepotdüngung im Strip-Till-Verfahren zu Mais, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Tagungsbeitrag zur Pflanzenbautagung der LfULG Sachsen, 23.02.2013
- [13] Demmel, Dr. M.: Streifenlockerung – Strip Tillage, Technik und eigene Untersuchungsergebnisse (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft); Tagungsbeitrag zu den Pflanzenbautagen 2013, Erzeugerring Würzburg Schallfeld, 6. 2. 2013
- [14] Hermann, Dr. W.; Pflugfelder, M.: Strip-Till auf der Versuchsstation Ihinger Hof, Tagungsbeitrag, Universität Hohenheim, 2012
- [15] Grosa, A.: Entwicklung der spezifischen Maschinengewichte und Arbeitsgeschwindigkeiten bei Bodenbearbeitungsgeräten. Dresden: Institut für Verarbeitungsmaschinen und mobile Arbeitsmaschinen, 2013
- [16] Herlitzius, T. u.a.: Concept Study of a Modular and Scalable Self – Propelled Implement System; VDI-MEG Konferenz, 2013, Hannover
- [17] Grosa, A.: Steigerung der Strukturfestigkeit durch Werkstoffe und Halbzeuge. Dresden: Institut für Verarbeitungsmaschinen und mobile Arbeitsmaschinen, 2013
- [18] Grosa, A.: Werkzeugeinsatz und Energiebedarf bei der Bodenbearbeitung, Tagungsbeitrag, Pflanzenbautagung der LfULG 2013

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Herlitzius, Thomas; Grosa, André: Bodenbearbeitungstechnik. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2014. - S. 1-11

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055012>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/136.html>

Sätechnik

Karlheinz Köller, Christian Gall

Institut für Agrartechnik, Verfahrenstechnik in der Pflanzenproduktion, Universität Hohenheim

Kurzfassung

Maschinenkonzepte, die hinsichtlich der Arbeitseffizienz, der Ablagegenauigkeit und des Bedienkomforts weiterentwickelt wurden, bestimmen die aktuellen Trends in der Sätechnik. Leichtzügige Maschinen, die effizient auf der Straße und im Feld eingesetzt werden können, intelligente und automatisch schaltbare Fahrgassensysteme sowie die Integration der Einzelkornsätechnik für Mais oder Getreide in Säkombinationen wurden auf der Agritechnica 2013 vorgestellt. Wissenschaftliche Untersuchungen beschäftigten sich u.a. mit der Einzelkornsaat, der Direktsaattechnik sowie mit konservierenden Bodenbearbeitungsverfahren.

Schlüsselwörter

Drillsaat, Einzelkornsaat, Direktsaat

Seeding Technology

Karlheinz Köller, Christian Gall

Institute of Agricultural Engineering, Process Engineering in Plant Production, University of Hohenheim

Abstract

Machine concepts that have been developed in terms of work efficiency, seed placement accuracy and ease of use determine the current trends in the seeding technology. Low draft machines that can be efficiently used on road and field, intelligent and automatically switchable tramline systems and the integration of precision planters for corn or grain in drilling combinations were presented at Agritechnica 2013. Scientific studies concerned inter alia with precision seeding, direct seeding technology and conservation tillage methods.

Keywords

drilling, precision sowing, direct sowing

Einleitung

In sämtlichen Teilbereichen der Landtechnik, so auch in der Sätechnik, beherrschen Technologien zur Steigerung der Effizienz und Arbeitsqualität die Entwicklung. Aus diesen Gründen bestimmen elektronische Steuer- und Regeleinrichtungen die Ausrüstung von Sämaschinen, zunehmend unterstützt durch intelligente Software, die unerlässlich wird für steigende Anforderungen der Qualitätssicherung, Rückverfolgbarkeit und Dokumentation.

Drillsaat

Abgesehen vom generellen Trend zu größeren Arbeitsbreiten und Vorratsbehältern gibt es auch bei der Drillsaat zahlreiche interessante Detailverbesserungen. So stellen z.B. die Amazonen-Werke mit der neun Cirrus 03 Generation (**Bild 1**) einen neu entwickelten Radialreifen der Dimension 400/55R17.5 mit einem besonderen Matrix Profil vor. Das spezielle Profil des Reifens ermöglicht eine streifenweise Rückverfestigung durch ein gerades Längsprofil sowie ein gleichmäßig starken Eigenantrieb durch die Querprofilierung. Dies reduziert den Zugkraftbedarf, verbessert den Fahrkomfort und ermöglicht zusammen mit der großdimensionierten Bremsanlage eine Zulassung der Maschine für 40 km/h bei gefülltem Behälter [1].

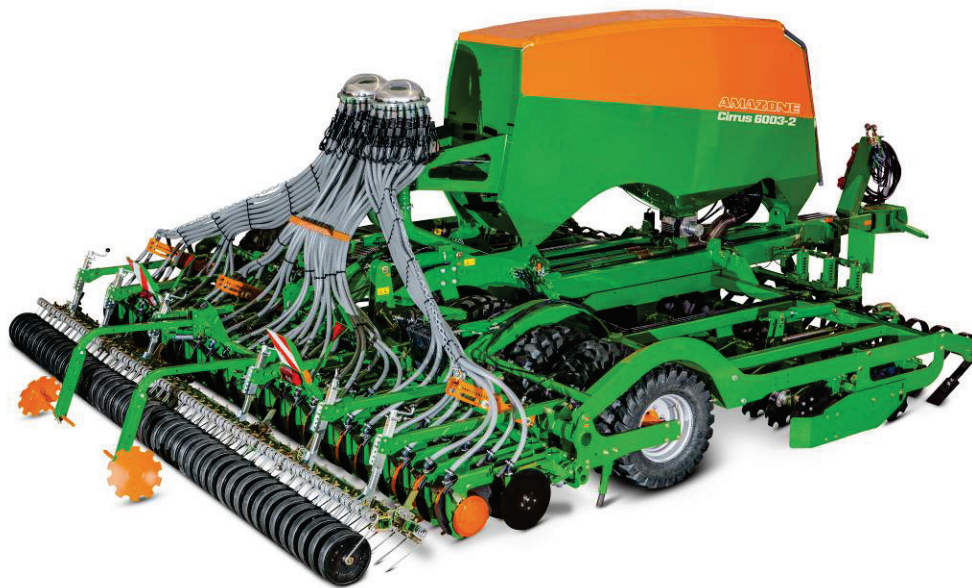


Bild 1: Gezogene Säkombination Amazone Cirrus 03 mit Matrix-Reifen [1]

Figure 1: Trailed sowing combination Amazone Cirrus 03 with Matrix tyres[1]

Lemken stellt eine GPS-gesteuerte Fahrgassenschaltung für pneumatische Drillmaschinen vor. Die Anlage der Fahrgassen erfolgt nur über die GPS-Koordinaten in den geplanten Fahrspuren [2]. Das Anlegen von Fahrgassen mit pneumatischen Drillmaschinen ist beim Wechsel von Fahrgassenrhythmen und bei unterschiedlichen Spurweiten häufig mit komplizierten Umstellarbeiten verbunden. Hier bietet das Intelligent Distribution System (IDS)

von Pöttinger (**Bild 2**) mit einzeln schaltbaren Verteilerkopfauslässen eine einzigartige Flexibilität und einen außergewöhnlichen Komfort beim Anlegen von Fahrgassen bei gleichbleibender exakter Aussaatmenge je Reihe. Spurweiten, Spurbreiten und Fahrgassenrhythmen können einfach am Bedienterminal ausgewählt werden. Die Saatgutrückführung bei gleichzeitig proportionaler Reduktion der Dosiermenge führt zu einer präzisen Saatmenge auch im Bereich der Fahrgasse. Die individuell wählbare Halbseitenabschaltung (links oder rechts) ermöglicht den Beginn der Aussaat von beiden Seiten, „Section Control“ das exakte Aussäen von Feldkeilen. Diese technische Lösung setzt neue Maßstäbe hinsichtlich Flexibilität, Präzision und Komfort [3]. Vergleichbare Lösungen wurden bereits auch von anderen Herstellern vorgestellt [4].

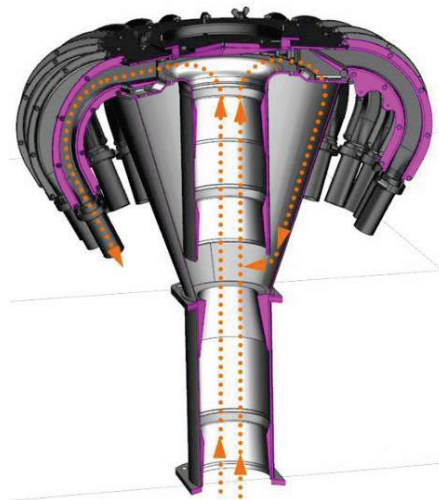


Bild 2: IDS Verteilerkopf Pöttinger Aerosem [3]

Figure 2: IDS Distributor head Pöttinger Aerosem [3]

Mit der PCS-Precision Combi Seeding stellt die Firma Pöttinger ein neuartiges, innovatives Konzept vor, das die Getreide- und Einzelkornsaat (z.B. Mais, Sonnenblumen) in einer Maschine realisiert. Dieses Kombigerät erspart die Investition einer eigenen Einzelkornsämaschine. Das Umrüsten von Drillsaat auf Einzelkornsaat erfolgt einfach und komfortabel. Eine Maschine ermöglicht vier Anwendungen: Getreidesaat, Maissaat mit bzw. ohne Düngung und Maissaat mit gleichzeitiger Untersaat (Erosionsschutz). Die Mehrfachnutzung dieser Maschinenkombination erweitert das Einsatzspektrum und reduziert die betrieblichen Fixkosten je Hektar. Darüber hinaus verfügt diese Maschine über eine Sensorüberwachung der Kornlängsverteilung und eine Anzeige von Fehl- und Doppelbelegung je Reihe auf dem Terminal. [3]

Einzelkornsaat

Dem Trend zu höheren Arbeitsgeschwindigkeiten folgend, bieten bereits mehrere Hersteller entsprechende Einzelkornsämaschinen mit verbesserter Vereinzlungstechnik an, die auch bei Arbeitsgeschwindigkeiten bis zu 15 km/h eine hohe Ablagegenauigkeit gewährleisten [1; 5; 6]. Abgesehen von interessanten Detailverbesserungen an Einzelkornsämaschi-

nen, z.B. zur Verbesserung der Tiefeneinstellung der Säaggregate [7] sowie eines kamera-gestützten Kontrollsystems für die Einzelkornsaat von kleinen Gemüsesamen [8] wird erstmalig auch ein Einzelkorndosierer für Getreide und Raps vorgestellt [6]. Der Trend zu geringeren Saatstärken bei der Saat von Getreide und Raps verstärkt die Forderung nach einer Vereinzlungstechnik für diese Fruchtarten. Darüber hinaus bestätigen Praxisversuche neben der Ertragssteigerung auch Einsparpotentiale bei Saatgut, Düngemitteln und Fungiziden.

Die Firma Horsch stellt eine neue, innovative Dosiertechnik vor, die auf der Plattform der bestehenden Pronto Drillmaschine basiert (**Bild 3**). Die Saatgutbereitstellung erfolgt aus einem Zentraltank mit Hilfe eines zentralen Volumen-Dosiergerätes. Dieses vordosierte Saatgut wird pneumatisch gefördert und über einen Prallverteilerkopf an die jeweilige Saatreihe abgegeben. Bis zum Schar erfolgt die Saatgutzuführung also vollkommen herkömmlich ohne weitere Veränderungen an der Standard-Drillmaschine.

Jede Saatreihe besitzt an der Oberseite des Schares ein Dosiergerät zur Vereinzlung des Saatgutstromes aus dem Verteilerkopf. In diesem Dosiergerät wird der ungeordnete, volumetrisch dosierte Saatgutstrom aufbereitet und vereinzelt in das Fallrohr übergeben. Am Ausgang des Dosierers erhält man den gewünschten, geordneten und vereinzelter Saatgutstrom.



Bild 3: Getreide- und Rapsvereinzlung auf einer Horsch Pronto DC [6]

Figure 3: Grain and rape-seed singling system on a Horsch Pronto DC [6]

Die neu entwickelte Technik zur Einzelkornsaat von Getreide ermöglicht sehr hohe Frequenzen in der Vereinzlung, um die Leistungsfähigkeit der gegenwärtigen Drilltechnik mit Fahrgeschwindigkeit von 10 bis 12 km/h zu erhalten. Der neue Einzelkorndosierer ist in der Lage, mit einer Frequenz von bis zu 120 Hz 120 Körner/sec. d.h. eine Saatstärke von 240 Körner/qm bei 12 km/h mit einem Reihenabstand von 15 cm in Einzelkornqualität zu dosieren. Hohe Kornfrequenzen kombiniert mit hoher Fahrgeschwindigkeit erlauben es nicht,

einen Längsverteilungs-VK auf dem Niveau von Mais und Zuckerrüben von 20 bis 30 % sicher im Feld zu erreichen. Jedoch ermöglicht es der neu entwickelte Vereinzlungsdosierer in der Praxis, VK-Werte von 40 bis 50 % zu erzielen und somit sehr nahe an die klassischen Einzelkornsäugeräte heran zu kommen. Mit dieser Lösung wird die bestehende pneumatische Drilltechnik zur Einzelkornsätechnik aufgewertet, ohne die Schlagkraft der Drillmaschine einzubüßen. [6]

Eine umfangreiche Zusammenfassung der Entwicklung der Einzelkornsätechnik für Zuckerrüben von 1840 bis zu moderner Sätechnik ist BENNINGER [9] zu entnehmen. Auf der Grundlage einer ausführlichen Patentrecherche kann man die Entwicklung der Einzelkornsätechnik für Zuckerrüben bis heute nachvollziehen.

Die Optimierung der Sätechnik für den Arzneipflanzenbau ist Gegenstand aktueller Untersuchungen [10]. Dabei wurde eine Messeinrichtung zur Bestimmung der Saatgutgröße, der Abgabeposition und des Abgabezeitpunkts genutzt. Durch die Steigerung der Fahrgeschwindigkeit verschlechterte sich die Kornlängsverteilung erheblich. Um eine möglichst präzise Bedeckung des Saatguts zu erreichen wurde dieses mit unterschiedlichen granulierten Materialien bedeckt. Mit einer flachen Bedeckung des Saatguts mit 6-10 mm Perlit wurden gute Keimbedingungen für Zitronenmelisse und Baldrian geschaffen.

Direktsaat

Die Verbreitung der Direktsaat in den kontinentalen Trockenregionen nimmt weiter zu und ist auch Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen, die sich sowohl mit dem pflanzenbaulichen System der Direktsaat als auch mit der passenden Direktsaattechnik für diese Regionen auseinander setzten [11].

Die Eignung unterschiedlicher Scharformen (Meißel-, Scheiben- und Flügelschar) bei zwei unterschiedlichen Stoppelhöhen und zwei verschiedene Stoppelausrichtungen wurde von ALTIKAT [12] untersucht.



Bild 4: Meißelschar für die Direktsaat [13]

Figure 4: Chisel opener for no-till seeding [13]

Unter den gegebenen Bedingungen lieferte das Meißelschar hinsichtlich der Ablagetiefe, der Pflanzen-Längsverteilung in der Reihe sowie dem Feldaufgang die besten Ergebnisse. Höhere Stoppeln verschlechterten die Tiefenablagegenauigkeit, die Längsverteilung sowie den Feldaufgang der Pflanzen.

Weltweit werden zahlreiche Feldversuche zum Verfahrensvergleich unterschiedlicher Bodenbearbeitungssysteme angelegt. Die Notwendigkeit der Vereinheitlichung dieser Versuche, um diese auch international vergleichbar zu machen, wurde von DERPSCH [14] vorangetrieben. Der zunehmende Trend zur Aussaat von Zwischenfrucht Gemengen sowie der Einzug neuer Bodenbearbeitungsverfahren wie StripTill in die landwirtschaftliche Praxis sind Grundlagen neuer Verfahrensvergleiche zu unterschiedlichen Bodenbearbeitungssystemen. Besonderes Augenmerk wird dabei auf die eingesetzte Bodenbearbeitungs- und Sätechnik gerichtet [15].

Zusammenfassung

Maschinenkonzepte, die hinsichtlich der Arbeitseffizienz, der Ablagegenauigkeit und des Bedienkomfort weiterentwickelt wurden, bestimmen die aktuellen Trends in der Sätechnik. Leichtzügige Maschinen, die effizient auf der Straße und im Feld eingesetzt werden können, intelligente und automatisch schaltbare Fahrgassensysteme sowie die Integration der Einzelkornsätechnik für Mais oder Getreide in Säkombinationen wurden auf der Agritechnica 2013 vorgestellt. Wissenschaftliche Untersuchungen beschäftigten sich u.a. mit der Einzelkornsaat, der Direktsaattechnik sowie mit konservierenden Bodenbearbeitungsverfahren.

Literatur

- [1] -, - ; Neuheiten 2013, Amazonen-Werke, Produktinformation 09/2013
- [2] -, -; Pressemitteilung, Lemken 11/2013
- [3] -, -; Pressemitteilung, Alois Pöttinger Maschinenfabrik 10/2013
- [4] -, -; Pressemitteilung Sulky Burel, 08/2013
- [5] -, -; Pressemitteilung, Väderstad Verken, 2012
- [6] -, -; Neuheiten Horsch Maschinen GmbH, 2012
- [7] -, -; CH 9812 Panter, AGCO Deutschland GmbH - Challenger, Agritechnica Neuheitenmagazin, 10/2013
- [8] -, -; Vision Control, Kverneland Group, Agritechnica Neuheitenmagazin, 10/2013
- [9] Benninger, J.: Die Entwicklung der Einzelungstechnik bei Einzelkornsäegeräten für Zuckerrüben auf Grundlage der Patentliteratur seit 1840. Dissertation VDI-MEG 518, Bonn 2013.
- [10] Meinhold, T.; Blum, H.; Budde, M. et. al.: Partial Proces-Analysis of the Sowing Process for Fine Seeds. VDI-MEG Tagung Landtechnik 8./9.11.13 Hannover. In: VDI-Berichte 2193, S. 189-195. Düsseldorf: VDI-Verlag 2013.
- [11] -, -: Projekt: "Kolunda": Wüstenbildung stoppen. Perspektive Erde, Forschung zum globalen Wandel (2013) H. 1, S.4.
- [12] Altikat, S.; Celik, A. und Gozubuyuk, Z.: Effects of various no-till seeders and stubble conditions on sowing performance and seed emergence of common vetch. Soil and Tillage Research (2013) 126, S. 72-77.
- [13] -, -: DMC-Meißelschar, Werkbild Amazonen-Werke, 2013.
- [14] Derpsch, R.; Franzluebbbers, A.J.; Duiker, S.W. et.al.: Why do we need to standardize no-tillage research? Soil and Tillage Research (2014) 137, S. 16-22.
- [15] -, -: Konservierender Ackerbau mit minimaler Bodenbearbeitung und optimiertem Zwischenfruchtanbau. Internetauftritt der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen HfWU, 2013. www.hfwu.de

Bibliografische Angaben / Bibliographic Informations

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Köller, Karlheinz; Gall, Christian: Sätechnik. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2014. S. 1-7

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055014>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/152.html>

Größer, schneller und präziser

Jens Karl Wegener

Julius Kühn-Institut, Institut für Anwendungstechnik im Pflanzenschutz, Braunschweig

Kurzfassung

Bei der Pflanzenschutztechnik ist der Trend zur Nutzung größerer Arbeitsbreiten und moderat höherer Arbeitsgeschwindigkeiten weiter ungebrochen. Dabei unterstützen zahlreiche technische Lösungen den Anwender in unterschiedlicher Art und Weise, z.B. bei der Einsparung von Pflanzenschutzmitteln, bei der Einhaltung gesetzlicher Auflagen, beim Gerätemanagement sowie beim Anwenderschutz. Neue Entwicklungen sind zudem im Bereich der Abdriftminderung zu verzeichnen. Das Konzept des auf 25 cm verringerten Düsenabstandes wurde durch eine verbesserte Gestängeaufhängung weiterentwickelt. Darüber hinaus gibt es für diese Gerätekonfiguration erstmals eine JKI anerkannte Düse.

Schlüsselwörter

Pflanzenschutzgeräte, Düsen, Precision Farming, Teilbreitenschaltung, Gerätereinigung, Abdrift

Larger, faster and even more precise

Jens Karl Wegener

Julius Kuehn-Institute, Institute for Application Technology in Plant Protection, Brunswick

Abstract

The trend within the field of spraying technology is still towards the use of larger working width and a moderately higher working speed. Hereby, a lot of technical solutions are assisting the operator while spraying in different ways, for example with the aim of saving pesticides, the compliance of legal regulations, the management of sprayer's handling as well as the protection of the operator. New tendencies can be found in the field of drift control. The concept of reducing the distance between nozzles and crop target area down to 25 cm was enhanced by better boom suspension. Furthermore, a specific nozzle for this configuration was accredited by JKI for the first time.

Keywords

Plant protection equipment, nozzles, precision farming, section switch, sprayer cleaning, drift control

Entwicklung der Pflanzenschutztechnik

Nachdem der Umsatz in der Agrartechnik-Industrie in 2009/10 deutlich zurückgegangen war, konnte er seitdem wieder kräftig zulegen [1]. Dieser Anstieg ist u.a. auch auf einen guten Absatz im Bereich der Pflanzenschutztechnik zurückzuführen. Lagen die Produktionszahlen bei Pflanzenschutzgeräten für Flächenkulturen in 2010 noch bei 2.982 Stück, so konnten diese aufgrund der guten Nachfrage in 2012 auf 3.891 Stück gesteigert werden [1]. Anhängengeräte zählen vor den Anbaugeräten nach wie vor zu den meistverkauften Gerätetypen und sind in allen erdenklichen Ausstattungsvarianten auf dem Markt. Der Trend geht ungebrochen in allen Anwendersegmenten in Richtung größerer Behälter. Anbaugeräte erreichen mittlerweile inklusive Fronttank Kapazitäten von bis zu 2.900 Litern bei maximalen Arbeitsbreiten von 28 m. Bei den Anhängengeräten werden Volumina von bis zu 14.000 Litern und Arbeitsbreiten bis 51 m erreicht. Das Angebot bei den Selbstfahrern wird durch neue Modelle ebenfalls weiter ausgebaut. Diese können nun zum Teil auch zugunsten der Anwendersicherheit optional mit einer Kabinenluft-Filterung der Kategorie 4 nach EN 15695 ausgestattet werden (**Bild 1**).



Bild 1: Selbstfahrer gibt es nun auch mit Kabinenluft-Filterung der Kategorie 4 [Amazone]
Figure 1: Self propelled sprayer are now available with air filtration of category 4 [Amazone]

Anhaltender Trend zu mehr Präzision

Wachsende Betriebsstrukturen, größere Arbeitsbreiten sowie steigende Fahrgeschwindigkeiten bei der Applikation stellen einen immer höheren Anspruch an die optimale Bedienung und Regelung von Spritzgeräten. Hier gibt es ganz unterschiedliche technische Strategien, um die Applikationsmenge unter den jeweils vorherrschenden Rahmenbedingungen auf das notwendige Maß zu reduzieren.

Assistenzsysteme

Assistenzsysteme entlasten den Bediener bei der Durchführung von Routinemaßnahmen. In der Vergangenheit wurden sie bereits vielfältig z.B. für die Regelung der Ausbringmenge, Lenkung, Teilbreitenschaltung, Gestängekontrolle bis hin zur Gerätereinigung eingesetzt. Dieser Trend setzt sich mit neuen Aufgaben weiter fort. Neue Assistenzsysteme unterstützen den Anwender etwa durch eine vollautomatische Hangsteuerung bei der präzisen Spurführung von Anhängespritzen auch unter schwierigen Einsatzbedingungen. Auch bei Kurvenfahrten während der Applikation, die zu ungleichmäßiger Verteilung führen, können Assistenzsysteme nun durch Berücksichtigung der Effektivgeschwindigkeit des Gestänges, die Ausbringmenge in den Teilbreiten automatisch anpassen. Noch höhere Präzision ist zu erwarten, wenn solche Systeme zukünftig mit der Option der Einzeldüsenschaltung verknüpft werden.

Bessere Übersichtlichkeit und mehr Bedienkomfort bei der Prozesskontrolle

Das Bedienterminal stellt die Schnittstelle zwischen dem Anwender und der Applikationstechnik dar. Aufgrund des bereits genannten Umstands, dass die technischen Möglichkeiten zur Steuerung und Regelung der Spritzgeräte immer umfangreicher werden und dass sich die Aufgaben des Anwenders zunehmend vom Prozessgestalter zum Prozessüberwacher wandeln, ist hier der Anspruch an die Übersichtlichkeit und an einen möglichst hohen Bedienkomfort groß. Aktuelle Terminals integrieren deshalb zunehmend alle wichtigen Informationen über Applikationsparameter, Spurführung, Teilbreitenschaltung und Gestängemanagement übersichtlich auf einem Bildschirm. Daneben muss die Kommunikation zwischen Traktorsteuergerät, Jobrechner auf dem Spritzgerät und dem Bedienterminal einwandfrei funktionieren, was eine ISOBUS-konforme Lösung voraussetzt. Durch Einbindung des Terminals in ein Funknetzwerk (WLAN) können Daten zukünftig komfortabler übertragen werden. Darüber hinaus werden bereits bestehende Maßnahmen zur Prozesskontrolle weiter verbessert. Erfolgte die Kontrolle der Spritzfächer bei der Applikation rein visuell durch den Anwender, wird er auch dabei zukünftig entlastet. Mit Hilfe von Durchflussmessern kann heute jede einzelne Düse überwacht werden. Kommt es zur Verstopfung, wird dies dem Anwender sowohl auf dem Terminal als auch über die Beleuchtungseinrichtung am Gestänge angezeigt.

Schnellere Reaktionszeiten

Auch eine Beschleunigung der Reaktionszeiten sowie eine bessere Abstimmung einzelner Komponenten beim Steuern und Regeln können bei der Applikation zu mehr Präzision führen. Diese Strategie lässt sich auf unterschiedliche Komponenten von Spritzgeräten erfolgreich anwenden. Höhere Verteilgenauigkeiten lassen sich etwa durch eine unverzügliche Anpassung der Gestängeführung an das Untergrundrelief, eine beschleunigte Regelung der Aufwandmenge bei Geschwindigkeitsveränderungen oder durch einen schnelleren Auf- und Abbau des Spritzfächers erzielen. Noch mehr Genauigkeit bei der Applikation kann die elektronische Teilbreitenschaltungen ermöglichen, mit der eine GPS-gesteuerte Einzeldüsenschaltung bei Gestängebreiten von bis zu 60 Metern prinzipiell umgesetzt werden kann. Dass es bei solchen Lösungen aber z. T. auch noch Optimierungs-

bedarf bei der Abstimmung der Schaltzeiten an die jeweils verwendeten Ventile gibt, zeigen die in **Bild 2** dargestellten Ergebnisse einer Untersuchungen des JKI zur Schaltgenauigkeit von Teilbreitenschaltungen auf [2].

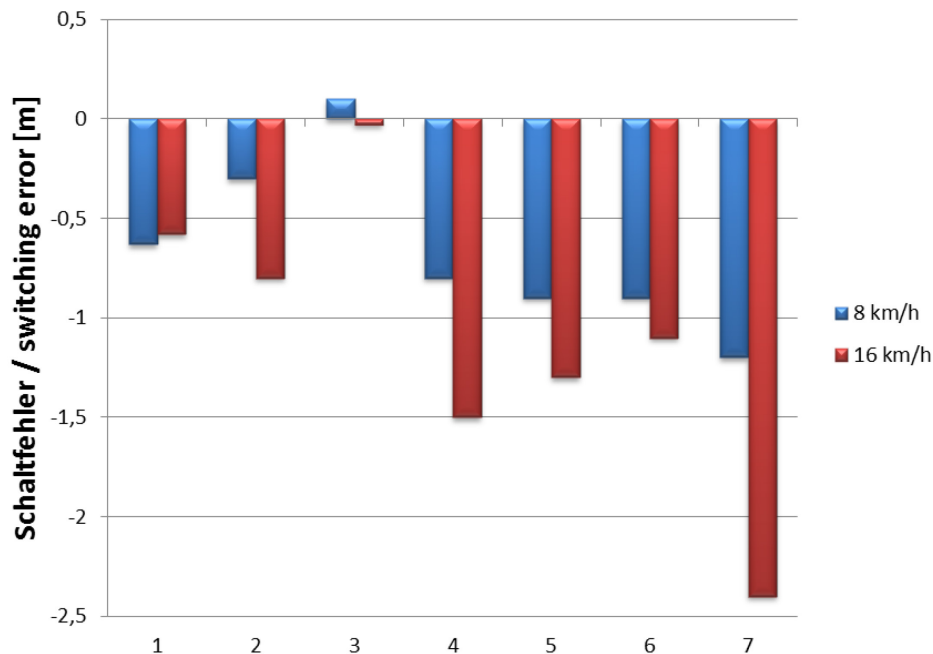


Bild 2: Schaltfehler sieben verschiedener Anhängespritzen beim Ausfahren aus dem Vorgewende. Positive Werte: zu spätes Schalten, negative Werte: zu frühes Schalten

Figure 2: Switching error of seven trailed sprayers occurring while driving out of the headland. Positive values: switched too late, negative values: switched too early

Precision Farming

Eine zunehmend wichtige Entwicklung bei der intelligenten Flächenbewirtschaftung besteht in der Einbeziehung applikationsunterstützender Daten. Im Rahmen des iGreen Projektes wurde der internetbasierte „Applikationsassistent Pflanzenschutz“ entwickelt, der den Anwender auf der Schlagebene bei den Fragen wo, wann und wie viel Pflanzenschutzmittel er einsetzen soll, unterstützen kann [3]. Nach Eingabe von Basisdaten (Schlaggeometrie, Applikationstechnik und anzuwendendes Pflanzenschutzmittel) in ein Geoformular erfolgt die Ermittlung der Behandlungsnotwendigkeit und ggf. -strategie unter Einbeziehung von Schaderregerprognosen und ex post Wetterdaten (**Bild 3**). Das System generiert im nächsten Schritt eine Applikationskarte, in der der Spritzbereich sowie die gesetzlichen Abstandsauflagen zu Kleinstrukturen und Gewässern dargestellt sind. Nach Umwandlung der Informationen aus der Applikationskarte in das herstellerunabhängige ISO-XML-Format, werden die Daten auf das Terminal des Applikationsgerätes aufgespielt. Verfügt das Applikationsgerät über GPS und automatische Teilbreitenschaltung, erfolgt die Applikation unter Einhaltung aller Abstandsauflagen automatisch und wird zusätzlich dokumentiert. Hier ist für die Zukunft mit weiteren Assistenzsystemen zu rechnen, die zusätzliche on- und offline Informationsquellen nutzen, um den notwendigen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln auf ein Minimum zu reduzieren.

Applikationsassistent Pflanzenschutz

Erstellung maschinenlesbarer Applikationskarten
mittels privater und öffentlicher Daten



Bild 3: Verfahrensablauf des Applikationsassistenten Pflanzenschutz [4]

Figure 3: Process flow of the application assistance system [4]

Speziell für die teilflächenspezifische Applikation gibt es neue technische Lösungen, bei denen zwei unabhängig arbeitende Spritzgeräte (Behälter, Pumpe, Regler, Düsenrohr) in einer Maschine integriert sind. Durch die Befüllung mit unterschiedlichen Mitteln können zwei separate Anwendungen mit nur einer Überfahrt durchgeführt werden. Dabei werden die jeweiligen Aufwandmengen getrennt voneinander geregelt. Dieses System bietet insbesondere für die Applikation mit vorher festgelegten Applikationskarten oder kombiniert mit Sensoren zur Pflanzenerkennung eine interessante technische Basis.

Düsen

Gleichmäßige Quer- und Längsverteilung bei abdriftarmer Applikation sowie gute biologische Wirksamkeit durch hohe Belagsdichten und ausreichende Bestandsdurchdringung - das Ganze auch noch bei höheren Fahrgeschwindigkeiten mit niedrigen Aufwandmengen, so lauten heute die hohen Anforderungen aus der Praxis, die an moderne Düsen gestellt werden. Das hinsichtlich der Abdriftminderung kaum noch Wünsche offen sind, zeigt das Verzeichnis "Verlustmindernde Geräte", das nach aktuellem Stand (Juli 2013) 317 Eintragungen für den Ackerbau aufweist [5]. Gute Belagsdichten und ausreichende Wirkungen der Pflanzenschutzmittelapplikation können mit den etablierten Injektordüsen erreicht werden, die in der kurzen Bauform weitaus weniger bruchgefährdet sind [6]. Neue Baureihen zeichnen sich durch einen weiten Druckbereich von 2 bis 8 bar aus, in denen sich das Tropfenspektrum im Vergleich zu anderen Düsentypen nur im geringen Maß verändern soll [7; 8]. Somit kann auch ohne Düsenwechsel eine verbesserte Anpassung der Wasseraufwandmenge und Fahrgeschwindigkeit an die jeweiligen Applikationsbedingungen ermöglicht werden. In speziellen Anwendungsgebieten (Ährenbehandlung, Kartoffelbau, frühe Herbizidmaßnahmen) können mit der neuen Klasse der Injektordoppel-Flachstrahldüsen gleich gute oder bessere Belagsdichten und Wirkungen erzielt werden [6]. Erstmals konnte auch eine Düse für Vorauflaufbehandlungen in die neue 95 % Abdriftminderungskategorie eingetragen werden [5]. Ein weiteres Novum stellt die JKI Anerkennung einer Flachstrahldüse (CVI 80-02) dar, die speziell für den Einsatz in Gestängen mit 25 cm Düsenabstand konzipiert ist.

Gestänge

Gestängebewegungen wirken sich negativ auf die Längs- und Querverteilung der Spritzflüssigkeit aus, da Geschwindigkeit und Abstand des Gestänges zur Zielfläche nicht konstant sind. **Bild 4** zeigt exemplarisch eine ungleichmäßige Applikation durch Gierbewegungen des Gestänges. Mit den bereits in der Vergangenheit eingesetzten statischen Dämpfungssystemen konnten diese Horizontalbewegungen nur bis zu einem gewissen Grad unterdrückt werden [9]. Neue Entwicklungen arbeiten mit elektro-rheologischen Flüssigkeiten, deren Viskosität während der Fahrt dynamisch an unterschiedliche Belastungssituationen angepasst werden kann [7]. Dadurch sollen verbesserte Dämpfungseigenschaften ermöglicht werden. Durch schnellere Ansprechzeiten der verbauten Hydraulikventile können ebenfalls die vertikalen Gestängebewegungen besser unterdrückt werden [8]. Diese Schwingungstilgung ermöglicht sehr ruhige Gestängelagen [10], die als Grundlage für eine möglichst kontinuierliche Einhaltung des Zielflächenabstandes anzusehen sind. Darüber hinaus kann der optimale Düsenabstand zur Zielfläche nur dann eingehalten werden, wenn das Gestänge auch auf Unebenheiten im Geländeverlauf reagieren kann: Ein Problem, das sich mit zunehmender Arbeitsbreite verschärft. Auch hier gibt es Neuentwicklungen in der Gestängeaufhängung, mit der eine Höhenanpassung von Gestängesegmente an den Untergrund ermöglicht wird. Diese Entwicklungen sind bei Düsenanordnungen von 25 cm, welche eine Verringerung des Zielflächenabstandes zugunsten der Abdriftreduzierung zulassen, Grundvoraussetzung. Dass ein verringerter Zielflächenabstand die Abdrift auch bei feintröpfiger Applikation reduziert, haben Messungen beim JKI im Windkanal bereits erfolgreich aufgezeigt.

Der Anfälligkeit für ungewollte Gestängebewegungen soll jedoch technisch auch durch eine Leichtbau-Strategie begegnet werden [7; 8]. Mit Hilfe von Carbon-faserverstärktem Kunststoff (CFK) kann gegenüber den klassischen Aluminium- oder Stahlgestängen eine beträchtliche Gewichtseinsparung bei gleichzeitig hoher Festigkeit und Belastbarkeit erzielt werden. Hier sind z.B. bei einer Arbeitsbreite von 40 m Gewichtseinsparungen von bis zu einer Tonne gegenüber einer Gestängevariante aus Stahl möglich. Da die CFK-Gestängeteile an bestehende Gestängemittelteile (aus Stahl) montiert werden können, ist somit auch eine Nachrüstung an bereits vorhandenen Geräten möglich. Ob mit dieser Lösung jedoch Gestängebewegungen tatsächlich reduziert werden können, muss durch Versuche noch gezeigt werden.

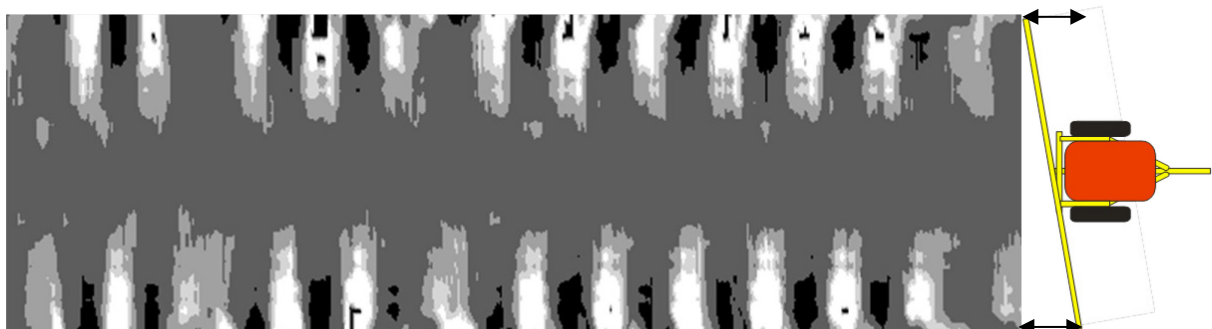


Bild 4: Einfluss von horizontalen Gestängebewegungen auf die Längsverteilung bei der Applikation [11]

Figure 4: Effect of boom yawing on longitudinal distribution during application [11]

Anwenderschutz und Reinigung

Um Punkteinträge von Pflanzenschutzmitteln in Oberflächengewässer sowie phytotoxische Schäden bei Mittel- bzw. Kulturwechseln zu vermeiden, kommt es auf eine effektive Innen- und Außenreinigung der Spritzgeräte an. Auch in diesem Gebiet spielen Assistenzsysteme mittlerweile eine bedeutende Rolle. Die automatische Gerätereinigung kann heute vom Schleppersitz aus gestartet werden und bietet unterschiedlich intensive Programme für jede Anforderung. Für eine gute Reinigung spielen aber auch konstruktive Merkmale eine Rolle. Hier geht es z.B. um kürzere Leitungen und optimale Behälterformen, um technische Restmengen zu minimieren. Auch die Spülfähigkeit der verwendeten Materialien spielt eine Rolle, weswegen einige Hersteller u.a. auf Edelstahlbehälter setzen [10]. Dass diese Bestrebungen zielführend sind, haben Untersuchungen des JKI aufzeigen können [8]. Mit Pflanzenschutzmittelrestkonzentrationen von 0,01 bis 0,04 % werden geltende Standards weit unterboten, kontinuierlich arbeitende Reinigungssysteme können diese Werte noch weiter unterschreiten.

In Sachen Anwenderschutz gibt es nun zumindest bei den Selbstfahrrn Kabinen, die nach Prüfungen durch das JKI den hohen Anforderungen der Kategorie 4 gerecht werden [12]. Damit kann der Anwender auf die persönliche Schutzausrüstung bei der Applikation verzichten, da die Kabine selbst bereits einen ausreichenden Schutz bietet. Allerdings sind hier noch einige Fragen offen: Was passiert z.B., wenn der Anwender die Kabine während der Applikation z.B. zur Behebung einer Störung verlassen muss?

Auch zur Verringerung der Kontaktmöglichkeiten des Anwenders mit Pflanzenschutzmitteln gibt es neue Lösungen für die Entnahme flüssiger Pflanzenschutzmittel aus kleineren Gebinden, wenn das Spritzgerät nicht mit einer Einspülschleuse ausgerüstet ist. Über eine spezielle Kupplung kann das Gebinde mit einem Adapter direkt auf den Spritzflüssigkeitsbehälter aufgesetzt werden. Die Verbindung ist so gestaltet, dass der Anwender beim Auf- und Absetzen vor Kontaminationen geschützt ist.

Neue gesetzliche Regelungen für Pflanzenschutzgeräte

Im Februar 2012 ist das neue Pflanzenschutzgesetz in Kraft getreten, die dazugehörige Pflanzenschutzgeräteverordnung gilt seit dem 6. Juli 2013. Beide Regelungen setzen die EU-Richtlinien 2009/127/EG und 2009/128/EG in nationales Recht um. Damit ist die Prüfung von Pflanzenschutzgeräten neu geordnet worden. Die bisher für das Inverkehrbringen neuer Geräte erforderliche Erklärung beim Julius Kühn-Institut ist damit weggefallen; eine Selbst-zertifizierung (Konformitätserklärung mit der EU-Maschinenrichtlinie) durch den Hersteller ist ausreichend. Für die Konformitätserklärung kann sich der Hersteller auf die Einhaltung spezieller Normen berufen, in denen die konkreten technischen Anforderungen festgelegt sind. Für Feldspritzgeräte, Spritz- und Sprühgeräte für Raumkulturen sowie für tragbare Geräte wurden dafür die Normen ISO 16119, Teil 1 bis 3 und ISO 19932, Teil 1 und 2, erarbeitet.

Das JKI kann die Hersteller bei der Konformitätsbewertung unterstützen und bietet dafür verschiedene Prüfmodule an, die von der Bewertung beschreibender Unterlagen bis zu technischen Tests reichen. Darüber hinaus werden nach wie vor verschiedene freiwillige Prüfungen, z. B. die JKI-Anerkennung und die Prüfung der Abdriftminderung, angeboten, bei denen die Prüfkriterien über die Mindestanforderungen der Maschinenrichtlinie hinausgehen.

Die Prüfung der in Gebrauch befindlichen Pflanzenschutzgeräte wurde auf Nebelgeräte, Spritzgeräte für den Unterglasanbau, Gießwagen, Spritzeinrichtungen an Luftfahrzeugen und Spritzzüge erweitert. Gleichzeitig wurde der Prüfzeitraum von zwei auf drei Jahre verlängert, so dass Landwirte ihre Spritzgeräte nur noch alle drei Jahre zur Kontrolle vorstellen müssen. Gleichwertige Prüfungen, die im Ausland durchgeführt wurden, werden in Deutschland anerkannt. Um diese Vergleichbarkeit zu gewährleisten, werden derzeit die Anforderungen an in Gebrauch befindliche Geräte in der Normenreihe ISO 16122 definiert.

Zusammenfassung

In der Pflanzenschutztechnik hat es zahlreiche Innovationen gegeben, mit deren Hilfe der Anwender in unterschiedlichster Form bei der Einsparung von Pflanzenschutzmitteln, der Einhaltung gesetzlicher Auflagen, beim Gerätemanagement sowie beim Anwenderschutz unterstützt wird. Dieser Entwicklungstrend wird sich weiter fortsetzen. Eine der größten Herausforderungen für die Zukunft wird darin bestehen, die teilflächenspezifische Bewirtschaftung weiter zu perfektionieren. Durch die Einbeziehung weiterer online und offline Datenquellen in Systemen wie z.B. den hier erwähnten "Applikationsassistenten Pflanzenschutz" kann noch ein erhebliches Entwicklungspotenzial realisiert werden, um den Anwender in seinen Entscheidungen besser zu unterstützen und weiter zu entlasten.

Literatur

- [1] VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.): Wirtschaftsbericht Landtechnik 2013. Im Internet unter <http://www.vdma.org/documents/105903/842491/VDMA%20Bericht2013%20Oeffentlichkeit.pdf/a40a834f-e781-4325-bd4e-8e0e9c7eebe3>, Abrufdatum 14.10.13.
- [2] Osteroth, H.J.: Elektronisch statt pneumatisch. dlz agrarmagazin, H. 3/2013, S. 66-71.
- [3] Scheiber, M., Kleinhenz, B., Zeuner, T., Röhrig, M.: iGreen Entscheidungsunterstützung: Applikationsassistent Pflanzenschutz. 58. Deutsche Pflanzenschutztagung, 10-14. September 2012, Braunschweig.
- [4] Scheiber, M.; Kleinhenz, B.: Mit GIS und Geodaten zur maschinenlesbaren Applikationskarte. Landtechnik, 68(4), 2013, S. 273-277.
- [5] JKI (Julius Kühn-Institut): Offizielles Verzeichnis Verlustmindernder Geräte 05. Juli 2013. Im Internet unter http://www.jki.bund.de/no_cache/de/startseite/institute/anwendungstechnik/geraetelisten/verlustmindernde-pflanzenschutzgeraete.html, Abrufdatum 8.10.13
- [6] Osteroth, H.J.: Die richtige Düse. ACKERplus, H. 3/2013, S 58-61.
- [7] Wegener, J.K.: Entwicklungstrends in der Pflanzenschutztechnik im Ackerbau - 2013. Kartoffelbau, H. 11/2013, S. 13-16.
- [8] Herbst, A.; Osteroth, H.-J.; Spranger, M.; Wehman, H.-J.; Garrelts, J.; Kramer, H.; Knuivers, M.; Berning, F.; Höner, G.: Reinigen & Schalten: Was die moderne Automatik leistet. Top Agrar, H. 3/2012, S. 124-137.
- [9] Herbst, A.; Wolf, P.: Spray deposit distribution from agricultural boom sprayers in dynamic conditions. ASAE Paper No. 01-1054. St. Joseph, Mich., 2001.
- [10] Eikel, G.: Horsch Leeb-Anhängespritze 7GS: Edler Stahl hat seinen Preis. Profi, H. 10/2013, S. 36-39.
- [11] Wolf, P.: Verteilungsqualität von Feldspritzgeräten. Forschungsberichte des Instituts für Landmaschinen und Fluidtechnik, Monografie, Shaker Verlag, Aachen 2002, 160 Seiten.
- [13] Osteroth, H.-J.: Schutzwirkung von Kabinen – Prüfung und erste Erfahrungen aus der JKI-Geräteprüfung. In JKI (Hrsg.): 58. Deutsche Pflanzenschutztagung 10. - 14. September 2012, Kurzfassungen der Beiträge, S. 246-247.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Wissenschaftliches Review / Scientific Review

Erfolgreiches Review am 20.01.2014

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Wegener, Jens K.: Größer, schneller und präziser. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2014. S. 1-10

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055017>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/142.html>

Bewässerung und Beregnung

Heinz Sourell, Schwülper

Jochen Eberhard,

National Centre for Engineering in Agriculture, University of Southern Queensland, Australia

Hans-Heinrich Thörmann,

Thünen-Institut für Agrartechnologie, Braunschweig

Kurzfassung

Die Bewässerungstechniken haben sich nur im Detail weiterentwickelt. Die teilflächenspezifische Beregnung mit Kreisberegnungsmaschinen zeigt die innovativsten Entwicklungen. Es wird immer wieder versucht die Bewässerungssteuerung voranzutreiben.

Schlüsselwörter

Beregnungstechnik, Bewässerungsmanagement, Teilflächenspezifische Beregnung, Oberflächenbewässerung

Irrigation and Sprinkling

Heinz Sourell, Schwülper

Jochen Eberhard,

National Centre for Engineering in Agriculture, University of Southern Queensland, Australia

Hans-Heinrich Thörmann,

Thünen Institute of Agricultural Technology, Braunschweig

Abstract

The irrigation techniques have been developed only in the detail. The site-specific irrigation with center pivots shows the most innovative developments. There is always trying to promote irrigation management

Keywords

Irrigation techniques, irrigation management, precision irrigation, surface irrigation

Allgemeine Tendenzen

Das Vegetationsjahr 2013 ergab zu mindestens in Niedersachsen über den gesamten Zeitraum betrachtet eine negative Klimatische Wasserbilanz. Das Wasserdefizit fiel höher aus als im langjährigen Mittel. Einige Regionen Deutschlands waren im Juni von Hochwasser betroffen in anderen war der Beregnungseinsatz notwendig. Hochsommerliches, trockenes Wetter sorgte ab Juli überall für starken Beregnungseinsatz. Gute Kartoffelpreise führten zu einer starken Nachfrage nach Beregnungstechnik. Auf der Agritechnica im November 2013 in Hannover war dies bei der Beregnungsindustrie deutlich zu spüren.

Entwicklungstendenzen im Einzelnen

Beregnungsflächen

Es gibt keine neuen Statistiken zu den Beregnungsflächen, aber die Befragung von Experten und den Informationen aus der Beregnungsindustrie kann von einer Beregnungsfläche von rund 600 000 ha ausgegangen werden.

Beregnungstechnik

Im Jahr 2013 wurde von der Firma Frischhut ein neuer **Beregnungshydrant** entwickelt, der im November 2013 von der Firma Bräuning Industriebedarf, Braunschweig, einer breiten Öffentlichkeit vorgestellt wurde. Der Beregnungshydrant „Hydro-Max“ ist eine Weiterentwicklung des bekannten Heide-Hydranten. Er zeichnet sich besonders durch den größeren Querschnitt und der automatischen Entwässerung mit einer Zwangsspülung aus, (**Bild 1**).

Der Unterflurberegnungshydrant wird mit dem Durchmesser DN 100 und einem 108 mm Kardananschluss in der Druckstufe PN 16 angeboten. Durch den großen Querschnitt wird der Druckverlust bei einem Volumendurchfluss von 100 m³/h auf unter 0,1 bar reduziert. Der Hydrant hat eine Epoxybeschichtung, mit der der Hersteller eine Langlebigkeit garantiert. Das Öffnen und Schließen des Beregnungshydranten erfolgt mit Hilfe eines 19 mm Vierkanthydrantschlüssels und mit einer 22 mm starken Spindel, die den Schließadapter mit dem Absperrkegel in den Hydrantflansch drückt oder wieder öffnet. Beim Schließen öffnet sich automatisch das Entwässerungsrohr, so dass das Wasser aus dem Hydrant auslaufen kann.

Wenn sich beim Öffnen und Schließen der Absperrkegel in einer bestimmten Position befindet wird automatisch eine Zwangsspülung des Hydranten durchgeführt. Eine Verstopfung des Schließmechanismus wird durch diese regelmäßige Zwangsspülung verhindert.

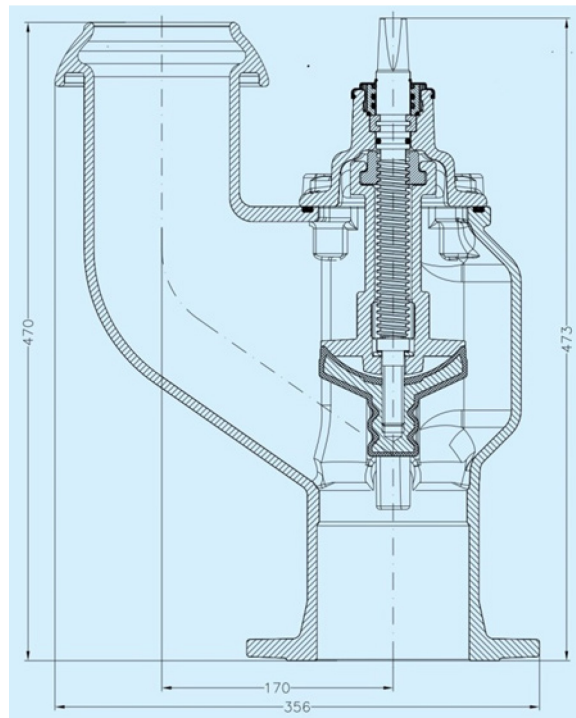


Bild 1: Unterflurhydrant mit automatischer Entwässerung und einer Zwangsspülung

Figure 1: Underground hydrant with automatic drain and a forced flushing

Neue Regnertechnik: Die Problematik der Überschreitung der Beregnungsstreifen an Straßen und an Feldrändern haben sich mehrere Hersteller angenommen. Eine Besonderheit ist der von der Firma Beinlich angebotene Nodolini Jet 100 Electronic Regner. Bei ihm kann der Strahlanstiegswinkel mit einer Funksteuerung manuell oder automatisch verändert werden. Der vorprogrammierte Anstiegswinkel von 25°, kann je nach Bedarf im Bereich von 18 bis 26° verstellt werden, (**Bild 2**). Darüber hinaus kann mit der Multifunktions-Fernbedienung der Beregnungssektorwinkel, die Drehrichtung und die Drehgeschwindigkeit verändert werden. Dadurch kann entlang der Regnerleitung, die eine Feldhälfte mehr und die andere Hälfte weniger Wasser bekommen. Ein Beitrag zur teilflächenspezifischen Beregnung. Auf der Menüebene „Just-Winkel“ ist es möglich die Beregnungsbreite so einzustellen, dass bei einer Veränderung des zu beregnenden Feldes eine automatische Anpassung an die Feldbreite erfolgt. Ein eingebauter Windsensor verändert bei Bedarf automatisch den Strahlanstiegswinkel bei erhöhten Windgeschwindigkeiten.

Praktische Einsatzerfahrungen liegen zu der neuen Regnersteuerung noch nicht vor. Wenn sich die neue Technik im praktischen Einsatz bewährt, kann das Problem der verkehrsfährdenden Beregnung von Straßen und dem Überschreiten der Beregnung an Feldränder gelöst werden.

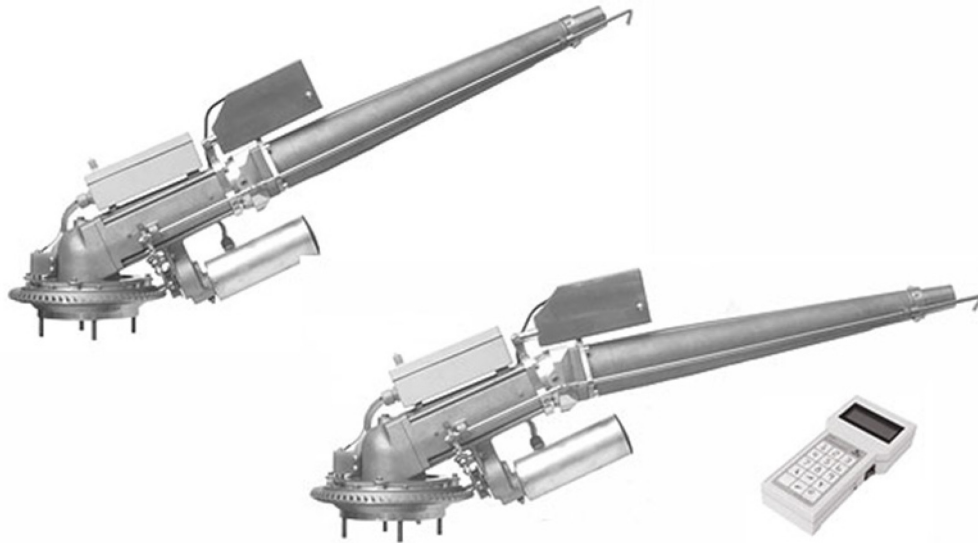


Bild 2: Großflächenregner mit elektronischer Strahlanstiegs- und Sektorverstellung [1]

Figure 2: Large area sprinkler with electronic trajectory angle and sector adjustment [1]

Prozessablauf der Bewässerung: In Subtropischen Regionen, in den die Verfügbarkeit von Wasser für die Bewässerung nicht garantiert werden kann, genügt es nicht, das Augenmerk lediglich auf die Technik der Wasserausbringung zu richten. Der ganze Prozessablauf der Bewässerung muss genau analysiert werden und jeder einzelne Schritt auf seine Effizienz hin untersucht und kontrolliert werden, von der wirtschaftlichen Förderung des Wassers aus Flüssen oder Grundwasser über die Lagerung (Stauseen) zur rechtzeitigen und angemessenen Ausbringung (Bewässerungssteuerung, Teilflächensteuerung). Ein mehrjähriges Forschungsprojekt im Südosten des Bundesstaates Queensland in Australien untersuchte und beschrieb für mehrere Bereiche der lokalen Landwirtschaft Gemeinsamkeiten und spezielle Anforderungen an diesen Prozessablauf und entwickelte Hilfsmittel. Ein spezieller Schwerpunkt war die Erarbeitung von Prinzipien zur Teilflächenberegnung, **Bild 3**, unter Zuhilfenahme von berührungslosen Messfühlern zur Bestimmung der Bestandsdichte und der Bodenstruktur. Eine ausführliche Zusammenstellung kann in [2] nachgeschlagen werden.

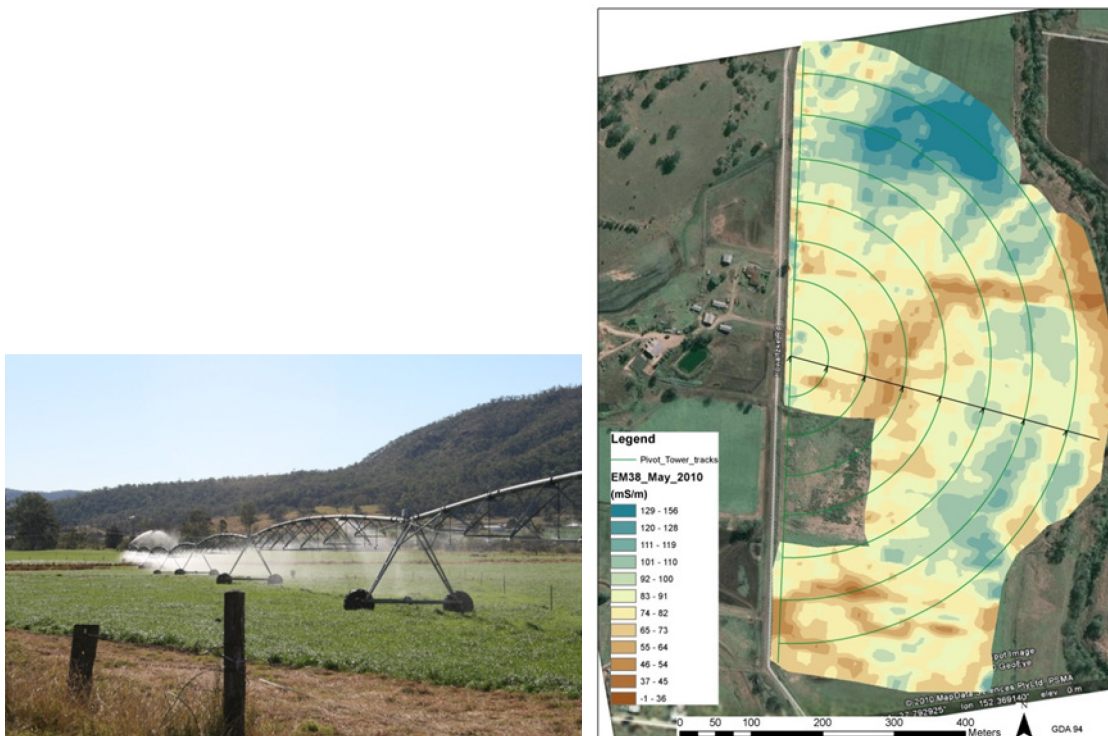


Bild 3: Kreisberegnungsmaschine und Feldkarte der elektrischen Leitfähigkeit als Grundlage für eine Applikationskarte für die Wasserverteilung

Figure 3: Center pivot irrigation system and field map of the electrical conductivity as a basis for an application map for the water distribution

Die bisher fast nur im Forschungsbereich eingesetzte **teilflächenspezifische Beregnung** wurde in Deutschland auf der Agritechnica 2013 in Hannover von mehreren Beregnungsmaschinenherstellern angeboten. Mit der teilflächenspezifischen Beregnung werden nur die Flächen eines Beregnungsschlages beregnet, auf der auf Grund des Pflanzenwasserbedarfs und der Bodenverhältnisse eine Beregnung erforderlich ist. Das Thünen-Institut für Agrartechnologie hat in Zusammenarbeit mit der LWK-Niedersachsen in einem 4 jährigen Versuch in den Projekten „Aquarius“ und „Klimzug-Nord“ die Grundlagen für dieses neue Beregnungsmanagementsystem erarbeitet. Erste Ergebnisse können aus dem Abschlussbericht über das Projekt entnommen werden [3; 4]. Die teilflächenspezifische Beregnung wird bisher an Kreis- und Linearberegnungsmaschinen eingesetzt. Zur Wasserverteilung dienen rotierende Pralltellerdüsen die durch Magnetventile elektronisch angesteuert werden.

Dazu wird von der Firma Valmont/USA die Variable Rat Irrigation-Zonenreglung (VRI) angeboten. Sie steuert mit Hilfe der Applikationskartensoftware die einzelnen Managementzonen an. Die Firma Bauer aus Österreich führt diese Ansteuerung der ermittelten Managementzonen pneumatisch durch. Mit Hilfe eines Kompressors können mit Luftdruck bis zu 255 Ventile für die Düsen, einzeln geöffnet und geschlossen werden. Bei einem Düsenabstand von 2,90 m könnte so eine Maschinenbreite von bis zu 740 m teilflächenspezifisch angesteuert werden. Durch diese Art der Ventilansteuerung ist laut Hersteller ein verstopfungsfreier Be-

trieb gegeben und die Anschaffungskosten, der bisher sehr kostenintensiven teilflächenspezifischen Beregnung, werden weiter gesenkt. Beim Ausfall des Kompressors und damit Abfall des Luftdrucks sind die Ventile ständig geöffnet, sodass eine gleichmäßige Beregnung weiter durchgeführt wird. Diese Schaltung hat auch den Vorteil, dass im Winterbetrieb das Wasser frei auslaufen kann.

Verbesserungen bei der Beckenbewässerung: Trotz der systembedingten Nachteile der Beckenbewässerung erfreut sie sich immer noch hoher Beliebtheit in weiten Teilen der australischen Milchwirtschaft. Ein entscheidender, wenngleich vordergründiger Vorteil dieses Bewässerungssystems liegt darin, dass ein Becken oder eine Bewässerungseinheit einer Beweidungseinheit entspricht und somit das Bewässerungsmanagement synchron zur Weidewirtschaft verläuft. Um die Wirtschaftlichkeit dieses Bewässerungssystems besonders im Hinblick auf den Wasserverbrauch zu verbessern wurde im Bundesstaat Victoria untersucht, wie sich eine höhere Zuflussrate auf die Gleichmäßigkeit der Wasserverteilung im Becken auswirkt. Dabei wurde erkannt, dass lediglich auf leichten Böden eine deutliche Reduzierung der Drainagerate erzielt werden konnte indem die Zuflussrate auf 200 m³/Tag und Beckenmeter angehoben wurde. Entscheidender für eine gleichmäßige Wasserverteilung und die Reduzierung der Verluste durch Drainage und Überschuss, ist die richtige Abstimmung der Bewässerungsdauer auf die Beckengröße [5].

Tropfbewässerung

Niederdruck-Tropfbewässerung für Kleinbauern in Entwicklungsländern: Kleinstbäuerliche Strukturen in vielen Entwicklungs- und Schwellenländern macht der Einsatz von traditionellen Bewässerungssystemen, die auf die Verfügbarkeit von großen Wasservolumen (Oberflächenbewässerung) oder teurer und störunanfälliger Technik (Beregnung) angewiesen sind, nicht möglich. Dennoch ist die Landwirtschaft in diesen Ländern zunehmen auf Bewässerung zur Einkommenssicherung und Sicherung der Ernährung der Bevölkerung angewiesen. Obwohl auch Tropfbewässerungssysteme traditionell als technisch sehr aufwändig und teuer angesehen werden, bieten sie einen entscheidenden Vorteil: ihre Funktionsfähigkeit ist nicht von ihrer Systemgröße abhängig und erfordert kein Mindestvolumen an Wasser. Dieser Vorzug wird von Kleinstbauern in vielen Ländern erkannt und aufgegriffen und der Einzug von Kleinbewässerungsanlagen, **Bild 4**, wird weitreichende Bedeutung für Landwirtschaft dieser Länder haben.



Bild 4: Kleinbewässerungsanlage mit Tropfbewässerung und Hochbehälter für den Wasserdruck

Figure 4: Small-scale irrigation system with drip irrigation and overhead tank for water pressure

Tropfbewässerung im Bergbau: Auf den ersten Blick ein Wortpaar das nicht zusammenpasst. Dennoch eröffnen sich hier neue Märkte, die jedoch wohl recht begrenzt sein dürften. Die Haufenlaugung (Auslösung von Mineralien) erfolgte traditional mit Verregnungsanlagen, die jedoch zunehmend von Tropfbewässerungsanlagen verdrängt werden, da damit eine gleichmäßigere Verteilung unabhängig von den Windverhältnissen erreicht werden. Zudem kann die Betriebssicherheit erhöht werden. Netafim bietet hierfür einen dickwandigen Tropfschlauch „Tiran“ an, der besonders für schmutziges Wasser geeignet sein soll, da der Tropfer ein sehr weites Labyrinth und Austrittsöffnung hat. Das gleiche Model kommt in der Bewässerung mit Wasser mit möglicherweise erhöhtem Salzgehalt zum Einsatz, das als Nebenprodukt der Kohleflözgasförderung zum Beispiel in Australien anfällt. Oft wird diesem Wasser auch Gips oder Säure zugesetzt, was zu Ablagerungen in den Tropfschläuchen und Tropfern mit zu engem Labyrinth besonders in trocken-heißen Klimaten führen kann [6].

Bewässerungssteuerung – Beregnungsberatung

Feinsteuerung der Bewässerung von Topfpflanzen über das Topfgewicht: Im ungeschützten Zierpflanzenanbau besonders in südlichen Ländern wird die Bewässerung weitgehend zeitgesteuert gefahren, d.h. zu festgelegten Zeiten wird eine vorherbestimmte Zeit lang beregnet. Die Genauigkeit dieses Verfahrens hängt von der Erfahrung des Gärtners ab und kann abhängig von der aktuellen Witterung stark schwanken. Dies führt zu erhöhtem Wasserverbrauch, längerer Kulturzeit und schwankender Pflanzenqualität. Der Einsatz von Bo-

denfeuchtesensoren ist meist nicht möglich, da die meisten Topferden zu locker sind und keinen ausreichenden Kontakt mit den Sensoren ermöglichen. Das kontinuierliche Wiegen der Töpfe ermöglicht eine indirekte aber dennoch genaue Verfolgung des Wassergehaltes im Tagesverlauf. Der Prototype besteht aus 3 Wägeplattformen deren Durchschnittsgewicht neben Luftfeuchte, Lufttemperatur und Sonneneinstrahlung alle 15 Sekunden aufgezeichnet wird. Ein spezielles Datenanalyseprogramm produziert Graphiken und eine Analyse der Beregnungsgänge wie Start der Beregnung, Zeit bis zur Erreichung des maximalen Topfgewichtes, Drainagevolumen und Rate der Gewichtszunahme. Mit diesen Informationen kann dann die Bewässerungsplanung genau auf den Bedarf eingestellt werden. Die Weiterentwicklung zu einer vollautomatischen Beregnungssteuerung ist vorgesehen, jedoch abhängig von Fördergeldern.

Beim **IRROmesh Datenerfassungssystem** des bekannten Herstellers Irrrometer, vertreten in Deutschland durch MMM tech support GmbH & Co. KG handelt es sich um die Neuentwicklung eines funkbasierten Datenerfassungssystems für die Steuerung der Bewässerung. Im Einzelnen werden die Kennwerte Saugspannung des Bodenwassers (= Wasserverfügbarkeit für die Pflanzen), Bodentemperatur, Niederschlag und Dauer von Bewässerungsgaben erfasst.

Ein IRROmesh System besteht aus der Zentraleinheit / Datalogger und bis zu 20 Funkknoten im Feld. Jeder Funkknoten ist mit 3 Watermark Sensoren für die Saugspannung des Bodenwassers und einem Sensor für Bodentemperatur ausgestattet.

Damit kann ein System gleichzeitig bis zu 60 einzelne Bodenfeuchtesensoren und 20 Sensoren für Bodentemperatur verwalten. Jeder Funkknoten oder Messpunkt dient gleichzeitig der Datenerfassung und als Repeater (Relaisstation für die Funkkommunikation). Damit ist es möglich, die Reichweite der Funkkommunikation bis auf 6 km auszudehnen. Die Datenauslesung geschieht entweder manuell an der Zentraleinheit oder an einem Funkknoten. Optional kann die Zentraleinheit auch die Daten automatisch per GSM Modem auf einen weltweit zugänglichen Server laden.

Ähnliche drahtlose Datenfernübertragungsnetze in Verbindung mit Bodenfeuchte- und Wetterstationsdaten wird von diversen Herstellern angeboten.

Zusammenfassung

Die Bewässerungsflächen haben sich in Deutschland auf ca. 600.000 ha ausgedehnt. Verbesserungen an Hydranten und Großflächenregner beschrieben. Ideen zum Prozessablauf der Beregnung mit Hinweisen zur teilflächenspezifischen Beregnung werden genannt. Zwei neue Einsatzbereiche der Tropfbewässerung wurden beschrieben. Immer häufiger werden kabelloses Datenerfassungssystem für Bodenfeuchte, Bodentemperatur und Niederschlag angeboten, die Internet basiert und mit intelligenter Funkknoten-Kommunikation der Bodenfeuchtesensoren arbeiten.

Die Entwicklungen reichen von ganz einfachen Bewässerungssystemen für Kleinbauern in Entwicklungsländern mit Feldgrößen ab 500 m², bis zu High Tech Entwicklungen mit managementgestützten Entscheidungskriterien für Feldgrößen ab 30 ha.

Literatur

- [1] <http://www.nodolini.com/en/products>
- [2] Eberhard, J. and McHugh, A. and Scobie, M. and Schmidt, E. and McCarthy, A. and Uddin, Md J. and McKeering, L. and Poulter, R. (2013) Improving irrigation efficiency through precision irrigation in South East Queensland. Other. University of Southern Queensland, Toowoomba, Australia. URL - <http://eprints.usq.edu.au/23981/>
- [3] Thörmann, H.-H.; Nolting, K.; Kraft, M.; Sourell, H. (2012) : Möglichkeiten von Precision Irrigation, Abschlußbericht von Aquarius „Dem Wasser kluge Wege ebnen“. URL - <http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/6/nav/203/article/12396.html>
- [4] Thörmann, H.-H.; Anter, J. (2013): Den Wasseraufwand reduzieren, Land u. Forst, H. 17, S. 26-29
- [5] Improving Border-check Irrigation Performance. Victorian Government Department of Environment and Primary Industries Melbourne, Australien, July 2013, ISBN 978-1-74326-480-5
- [6] <http://www.netafim.com.au/product-category/mining-integral-thick-walled-dripperlines>

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Sourell, Heinz; Eberhard, Jochen; Thörmann, Hans-Heinrich: Bewässerung und Beregnung. In: Fre-
richs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und
Nutzfahrzeuge, 2014. S. 1-9

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055018>

Link zum Beitrag

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/143.html>

Halmgutmähen und Halmgutwerben

Steffen Hanke,
Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, Technische Universität Braunschweig

Kurzfassung

In den vergangenen beiden Jahren erholten sich die Absatzzahlen für Mähwerke, Wender und Schwader auf jährlich ca. 22.000 verkaufte Einheiten. Im langfristigen Trend gehen die Zahlen aber weiter zurück, sie sollten sich in den nächsten Jahren auf dem Niveau von 20.000 Einheiten bewegen. Damit verbunden ist der Trend zu noch größeren Maschinen mit mehr Schlagkraft, wobei großer Wert auf leichte Maschinen gelegt wird. Auf der Agritechnica 2013 in Hannover wurden neue Maschinen und viele neue Detaillösungen präsentiert, wie beispielsweise neue Aufbereiterzinken.

Schlüsselwörter

Mähwerke, Wender, Schwader

Mowing and Treatment of Hay

Steffen Hanke,
Institute of Mobile Machines and Commercial Vehicles, Technische Universität Braunschweig

Abstract

In the last two years, the sales of mowers, tedders and swathers rebounded to about 22,000 units sold yearly. In the long run the numbers still decrease but in the next few years they may be at about 20,000 units. This development is connected with the trend towards even larger machines with enhanced performance but with low weight. At Agritechnica 2013 in Hannover new machines and many new details were presented.

Keywords

Mowers, tedders, swathers

Marktentwicklung

Bei den Grünfutter-Erntemaschinen (Mähwerke, Wender und Schwader) lässt sich in den vergangenen drei Saisonjahren ein positiver Trend bei den verkauften Einheiten erkennen. Die Verläufe der Absatzzahlen sehen für Mähwerke sowie für Wender und Schwader ähnlich aus. Von Mähwerken wurden im Saisonjahr 2011/12 11.077 Einheiten verkauft, was einer Steigerung von 14,4 % zum Vorjahr entspricht [1]. Die Verkaufszahlen für Wender und Schwader lagen in dieser Saison bei 10.678 Einheiten (+ 22,7 %) [1]. Die Anzahl der verkauften Einheiten liegt somit bei den Wendern und Schwadern höher als im Saisonjahr 2007/08, konnte die davor liegenden Höchstwerte von 2001/02 jedoch nicht mehr erreichen (**Bild 1**). Im abgelaufenen Saisonjahr 2012/13 entwickelten sich die Verkaufszahlen sowohl für Mähwerke (- 2,5 %) als auch für Wender und Schwader (- 3,9 %) leicht negativ [2]. Die Verkaufszahlen der Mähwerke, Wender und Schwader sollten sich nach Annahmen von Experten in den nächsten Jahren auf einem Niveau von 20.000 Einheiten einpendeln [14].

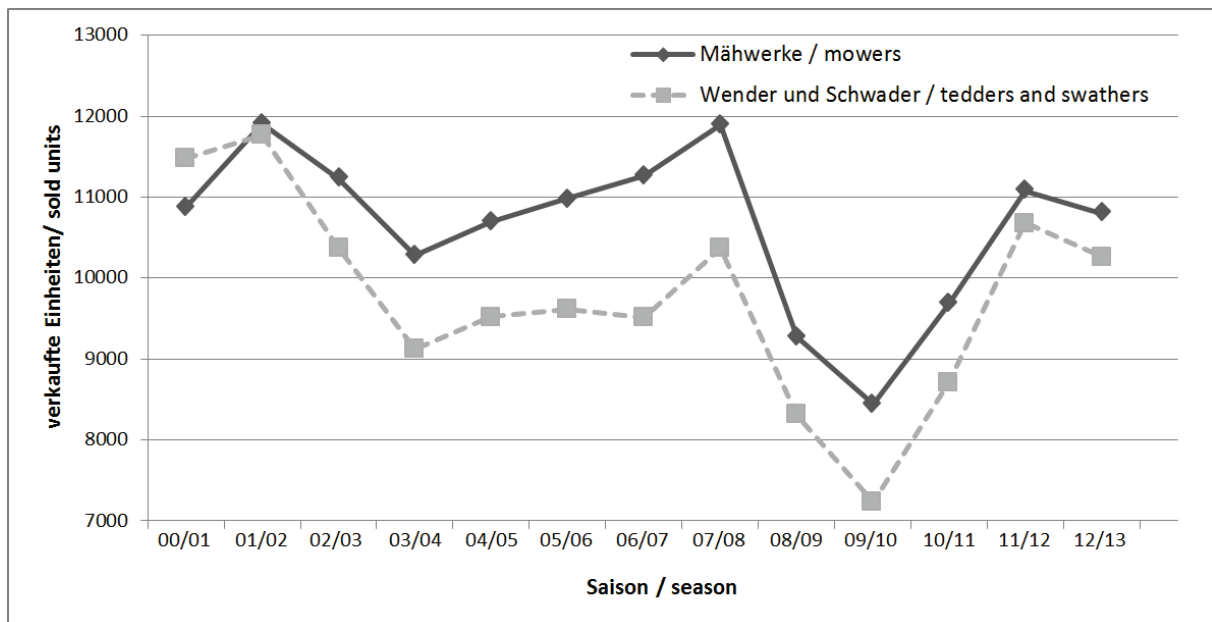


Bild 1: Verkaufszahlen in Deutschland von Mähwerken, Wendern und Schwadern erstellt nach [2]

Figure 1: Sales of mowers, tedders and swathers in Germany according to [2]

Die weltweiten Verkaufszahlen von Grünfutter-Erntetechnik lagen im Saisonjahr 2011/12 bei ca. 82.000 Einheiten, was einer Steigerung von rund 19 % zum Vorjahr entspricht. Somit kann an die Rekordjahre von 2007/08 angeknüpft werden [1]. Für das Saisonjahr 2012/13 und das darauffolgende Saisonjahr wird von stabilen Verkaufszahlen für die Grünfutter-Erntetechnik ausgegangen. Die Marktentwicklung muss von Produkt zu Produkt unterschieden werden. So sind die Absatzzahlen für Trommelmähwerke spürbar rückläufig, was den Scheibenmähwerken zugute kommt. Die abnahmestärksten europäischen Märkte für die Grünfutter-Erntetechnik sind Deutschland, Frankreich, Polen und Schweiz. [3]

Die Produktionszahlen stiegen in Deutschland für Mähwerke im Zeitraum von 2011 bis 2012 von 18.474 Einheiten auf 21.259 Einheiten (+ 15 %). Bei den Wendern und Schwadern sind die Produktionszahlen im betrachteten Zeitraum um 21 % auf 22.981 Einheiten angestiegen. [1]

Zu den wichtigsten Indikatoren für die Nachfrage von Grünfütter-Erntetechnik zählt der Milchpreis. Dabei zeigen sich Lohnunternehmer nicht so stark vom Milchpreis abhängig wie Landwirte. Die Nachfrage kann unterschiedlich sein. Der derzeit hohe Milchauszahlungspreis dürfte für ein gutes Saisonjahr 2013/14 sprechen. Durch den Absatz von Geräten mit höheren Arbeitsbreiten werden die zukünftigen Absatzzahlen langfristig weiter sinken. [3; 13]

Mähwerke

Um die Schlagkraft zu erhöhen, geht der Trend bei den Mähwerken in Richtung leistungsstärkerer Maschinen mit größerer Arbeitsbreite und höherer Fahrgeschwindigkeit. So konnten die Schmetterlingskombinationen die Position am Markt weiter ausbauen. Gründe sind hierfür die Gebiete mit steigenden Betriebsgrößen in der Milchwirtschaft, die verstärkt zur Eigenmechanisierung übergehen. Die Landwirte fordern immer effizientere Maschinen, die sich durch Vergrößerung der Arbeitsbreite bei gleichzeitiger Leichtbauweise realisieren lassen. Einige Hersteller bieten die leichteren Mähkombinationen ohne Aufbereiter an. Zunehmend interessant für Landwirte wird der Einsatz von Traktoren der mittleren Leistungsklasse mit einer damit verbundenen hohen Schlagkraft. Diese ist notwendig, um z.B. den richtigen Schnitzeitpunkt der Grassilage mit einer Trockenmasse von 35 Prozent zu erzielen, sodass möglichst viel Milch aus dem Grundfutter erzeugt werden kann. Neben der steigenden Forderung nach Schlagkraft, steigt auch die Anforderung an die Arbeitsqualität, die von guter Bodenadaptation und geringer Futtermittelverschmutzung und auch der Fahrgeschwindigkeit abhängt. Für die Arbeitsqualität ist u.a. der saubere Anschluss von Front- zu Heckmähwerk wichtig. Hier werden neue Lösungen von den Herstellern vorgestellt. Bei den Mähholmen gibt es Detailverbesserungen, Entlastungssysteme sind mechanisch oder hydraulisch ausgeführt. [4; 13]

Eine neue Schmetterlingskombination ist die Novocat 12 von der Firma Pöttinger. Bei dieser Maschine lassen sich die angesprochenen Trends erkennen. Das spezifische Gewicht liegt bei 175 kg/m und bei einer Arbeitsbreite von 11,2 m ist ein Leistungsbedarf von 120 kW erforderlich. Das Gerät besitzt Aufbereiter, wodurch eine Breitablage des Halmgutes vorgenommen wird. Je nach Frontmähwerk (3,00 m bzw. 3,50 m) können die hinteren Mäheinheiten an zwei unterschiedlichen Positionen angebaut werden, um die volle Arbeitsbreite bei ausreichender Überlappung auszunutzen. Weiterhin sind hydraulische Entlastung, einfache Bedienung oder Einzelaushebung zu nennen. [5; 6]

Des Weiteren sind viele Detaillösungen bei den Mähwerken zu erkennen. Eine Anfahr-sicherung, um Schäden durch einen Fremdkörperkontakt zu vermeiden, wird von vielen Herstellern angeboten. Dabei weicht das Mähwerk gleichzeitig nach hinten und nach oben aus. Anschließend bewegt es sich in seine Ursprungslage zurück. Eine andere Detailverbesserung findet sich bei den Aufbereitern. Bei den Zinkenaufbereitern werden unterschiedliche Zinkenmaterialien und -formen eingesetzt, um Gewicht zu reduzieren, den

Anwelkprozess zu verkürzen oder einen Arbeitsgang mit dem Zettwender einzusparen. Erstgenanntes wird bei der Firma Pöttinger durch einen Aufbereiterzinken aus einem Verbundwerkstoff erreicht. Der Zinken (**Bild 2**) besteht aus einem Kunststoff, der mit Stahlkanten versehen ist. Der neue Zinken ist nach Herstellerangaben ca. 38 % leichter als ein Stahlzinken. Alternativ werden bei Herstellern kleinere Rotoren eingesetzt, um Gewicht zu sparen. Die geringere Aggressivität der Kunststofffinger wird durch einen Gegenkamm ausgeglichen. [8; 4]



Bild 2: Dura - Edge Aufbereiterzinken der Firma Pöttinger [8]

Figure 2: Dura - Edge rigid tines of company Pöttinger [8]

Bei Krone sind V-förmige Stahlzinken im Aufbereiter eingesetzt, die auf Griff stehen. In Kombination mit einem 7-fach verstellbaren Riffelblech soll die Aufbereitung intensiviert werden. In einem DLG-Test wurde diese neue Aufbereitergestaltung gegenüber der konventionellen (normale V-förmige Stahlzinken) untersucht. Ergebnisse zeigen, dass der Trockenmassegehalt nach 24 Stunden Anwelkzeit und unter gleichen Bedingungen im Dauergrünland um 6,4 % höher ausfällt [7].

In mehreren Versuchen wurde der Einfluss verschiedener Feldtrocknungstechniken von Rutenhirse untersucht. Es wurden die Techniken der Breitablage und der Aufbereitung des Halmgutes untersucht. Bei Breitablage wird das Halmgut über die gesamte Schnittbreite abgelegt und muss in einen 2. Schritt gewendet und verteilt werden. Hingegen wird bei der Aufbereitung die Oberhaut der Stengel beschädigt. Die besten Ergebnisse wurden aus der Kombination beider Trocknungstechniken erreicht. [21]

Neben den Aufbereiterzinken überarbeitete die Firma Krone ihren „SmartCut“-Mähholm. Der Abstand der einzelnen Mähscheiben zueinander wurde abgeändert. Bei den zusammenlaufenden Mähscheiben ist der Abstand größer als bei den auseinanderlaufenden Mähscheiben, wodurch der Überlappungsbereich der Mähklingen bei den auseinanderlaufenden Mähklingen ansteigt. Diese Maßnahme erzielt ein streifenloses

Mähen bei schwachen Beständen. Durch den vergrößerten Abstand können große Mengen Halmgut über den Mähbalken gefördert werden. [9]

Bei Frontmähdwerken ohne Aufbereiter besteht u.a. die Möglichkeit der Schwadzusammenführung über die Einstellung der Drehrichtung der einzelnen Mähscheiben oder über Schwadscheiben. Die Firma Vicon stellt ein aktives System vor, bei dem unterschiedlich breite Schwade ermöglicht werden (**Bild 3**). Hinter dem Mähholm befindet sich eine aktiv angetriebene Schnecke, die das Halmgut zur Mitte hin fördert. Die Halmgutannahme geschieht direkt hinter den Mähscheiben, sodass Verunreinigungen ausgeschlossen sind. Durch die 3-fach variable Einstellung der Leitbleche kann eine Schwadbreite von 1,00 m bis 1,30 m realisiert werden. Bei demontierten Leitblechen erfolgt eine Breitablage. [13]



Bild 3: FlexiSwat der Firma Vicon [13]

Figure 3: FlexiSwat of company Vicon [13]

Den Trend der veränderbaren Schwadbreite nimmt Fella mittels des Systems beMove auf. So ist bei der Heck-Mähdwerkskombination das Förderband verstellbar ausgeführt, das zur Schwadablage des Halmgutes benötigt wird. Das Förderband kann mittels einer hydraulischen Lösung seitlich verschoben werden, wodurch die Schwadbreite variabel und optimal auf den Bestand eingestellt werden kann. Das System ist aus der Kabine über ISOBUS steuerbar. [10]

Einen Schritt weiter geht die Firma ELHO mit dem "intelligenten Mähwerk". Das Mähwerk besteht aus einer Mäheinheit im Frontanbau und zwei Mäheinheiten im Heckanbau und hat eine Arbeitsbreite von 10,50 m. Bei der Kombination ist neben der automatischen Einstellung des Auflagedruckes oder dem Vorgewendemanagement auch ein System zur automatischen Einstellung der Überlappung von Front- zu Heckmähdwerken bei Kurvenfahrt vorhanden, wodurch die Arbeitsbreite vergrößert werden soll. Für die Systeme sind u.a. in den hinteren Auslegern Winkelsensoren und ein GPS-Sensor auf dem Mähwerk verbaut. Über die Sensor-Signale und einer Steuerungseinheit werden die hinteren Mäheinheiten über einen Hydraulikzylinder so eingestellt, dass sie den Mähkanten des Frontmähdwerks folgen. Unnötige Überlappungen zum Frontmähdwerk werden vermieden. [11; 12]

Am Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge wurde ein Forschungsprojekt zu einem alternativen Schnittverfahren von Halmgut mit einem Scheibenmähwerk abgeschlossen. In diesem Projekt wurde ein Versuchsträger aufgebaut, bei dem ein überlagerndes Schnittverfahren untersucht wurde. Unterschiedliche Anzahl der Messer, der Drehrichtung sowie die Drehzahl der Mähscheiben können eingestellt werden. Unter günstigen Versuchseinstellungen konnte die Antriebsleistung im Vergleich zu der konventionellen Einstellung verringert werden, ohne die Arbeitsqualität signifikant zu beeinflussen. Verschiedene Versuchseinstellung wurden mittels der Diskreten Elemente Methode nachgebildet. [15]

Kreiselzettwender und Kreiselschwader

Kreiselzettwender

Kreiselzettwender werden in angebaute Version bis ca. 10 m angeboten, wohingegen die Kreiselzettwender auf eigenem Fahrwerk mit Arbeitsbreiten bis zu 20 m im Markt sind. Für eine gute Arbeitsqualität soll die Fahrgeschwindigkeit 6 km/h nicht überschreiten. [4]

Das bereits bekannte MAX SPREAD System (**Bild 4**) der Firma Claas ist seit 2012 verfügbar. Die Zinkenarme sind um $29,3^\circ$ abgewinkelt, um durch diese tangential Anordnung die Aufnahmeleistung von Halmgut zu steigern und die Fahrgeschwindigkeit zu erhöhen. Dieses System wird seit 2013 auch für die kleineren Modelle mit Arbeitsbreiten von 6,70 bis 8,70 m angeboten. [18; 19]

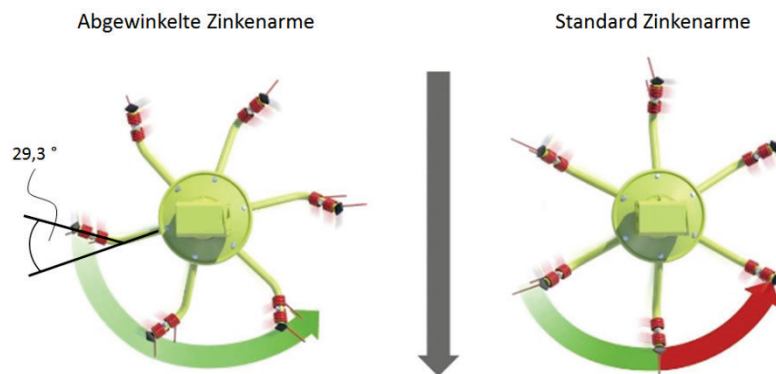


Bild 4: Max Spread Gutflusskonzept der Firma Claas geändert nach [19]

Figure 4: Max Spread concept of company Claas modified after [19]

Den derzeit größten Anbau – Kreiselwender bietet Krone mit dem KW 11.22 an. Dieser verfügt über eine Arbeitsbreite von 10,95 m und bietet mit seinen 10 Kreisen eine hohe Schlagkraft. Der KW 11.22 verfügt serienmäßig über eine Grenzstreueinrichtung. [18]

Kreiselschwader

Ein weiterhin sehr wichtiges Thema bei Schwadern ist nach wie vor die Bodenanpassung, weshalb Mehrradfahrwerke eingesetzt werden. Diese besitzen bis zu 8 Räder und befinden

sich möglichst nah an der Zinkenlaufbahn. Eine andere Möglichkeit, um eine gute Boden Anpassung zu realisieren, besteht im Einsatz eines vor dem Kreisel laufenden Stützrades. Ein weiteres Problem ist das Eindringen von Zinken in den Boden, wenn die Kreisel ausgehoben werden. Dieses Problem wird auf unterschiedliche Weise gelöst. Die überwiegende Antriebsart der Schwader ist weiterhin mechanisch. Vereinzelt werden hydraulische Lösungen bei Großmaschinen angeboten, wohingegen elektrische Antriebe vorerst nicht serienmäßig am Markt erwarten werden. [4; 13]

CamControl nennt sich die neue hydraulische Kurvenbahnsteuerung von Fella. Beim Zweikreisel-Seitenschwader werden beim Aushebevorgang der Kreisel die Stellung der Zinkenarme und der Aushebezeitpunkt optimiert. Die Zinkenarme im inneren Bereich, also nah am Rahmen, werden auf die maximale Aushubhöhe gebracht. Durch den immer noch tiefen Schwerpunkt kann zügig im Vorgewende gewendet werden ohne andere Schwade zu berühren. [17]

Zur Verbesserung der Boden Anpassung wird bei Pöttinger ein Multi-Tastrad vor dem jeweiligen Kreisel verwendet. Dieses folgt der Bodenkontur und der Kreisel kann sich auf die jeweiligen Bodenunebenheiten einstellen, bevor die Zinken ihre Arbeit verrichten. Die Schwaderzinken kratzen nicht im Boden und werden weniger abgenutzt. [6]

Ein neues Rahmenkonzept mit einem zentralen Hauptrahmen und zwei Seitenrahmen stellte die Firma Lely beim Vierkreiselschwader vor. Als Vorteile dieser Rahmenkonstruktion sind kompakte Transportmaße genauso wie die hohe Standsicherheit durch das Fahrwerk mit mindestens 7 m Spur zu nennen. [16]

Weiterhin sind die Einkreiselschwader für kleine Betriebe interessant. Claas bietet mit dem gezogenen Liner 500 T den größten Einkreiselschwader mit 5,20 m Arbeitsbreite an. [20]

Zusammenfassung

Bei der Grünland-Erntetechnik konnten sich die Absatzzahlen in den beiden letzten Saisonjahren erholen und knüpften sowohl national als auch weltweit an die Rekordjahre 2007/08 an. Der Trend zu immer größeren und schlagkräftigeren Maschinen vereint mit zunehmender Leichtbauweise ist zu erkennen. Neben den neu präsentierten Maschinen auf der Agritechnica 2013 in Hannover gab es auch eine Vielzahl von Detaillösungen. So werden beispielsweise neue Aufbereiterzinken eingesetzt, um Gewicht zu sparen und die Anwelkzeit zu verkürzen. Vermehrt wird die fortschrittliche Technik der großen Maschinen auch für kleinere Maschinen angeboten, wodurch die Technik für kleinere Betriebe verfügbar wird. Mähwerke in Schmetterlingskombination sind bis ca. 12 m verfügbar und Kreiselzettwender werden bis ca. 20 m Arbeitsbreite angeboten.

Literatur

- [1] -, -: VDMA Landtechnik: Wirtschaftsbericht 2013. Frankfurt 2013.
- [2] -, -: VDMA Landtechnik: intern.
- [3] -, -: VDMA Landtechnik: Konjunkturperspektiven 2014. Frankfurt 2013.
- [4] Gerighausen, H.-G.; Höner, G.: Schneller, breiter, leichter: Top Agrar 42 (2013) H. 11, S. 118-123.
- [5] Brüse, C.: Mäht breit, spart Sprit: Profi 25 (2013) H. 11, S. 52-54.
- [6] -, -: Internetauftritt der Firma Pöttinger. www.poettinger.at, 08.01.2014.
- [7] Speer, J.: Krone EasyCut-Heckscheibenmäherwerke: Anwelkzeit verkürzt : DLG-Test Landwirtschaft (2013) H. 2, S. 16-18.
- [8] -, -: Internetauftritt der Zeitschrift Top Agrar Online. www.topagrar.com, 08.01.2014.
- [9] -, -: Streifenfrei mähen: Top Agrar 42 (2013) H. 7, S. 92.
- [10] -, -: Internetauftritt der Firma Fella. www.fella-werke.de, 08.01.2014.
- [11] Rath-Kampe, J.: Intelligente Lösung: Agrartechnik 92 (2013) H. 11, S. 234-235.
- [12] -, -: Internetauftritt der Firma Elho. www.elho.fi, 08.01.2014.
- [13] -, -: Internetauftritt der Firma Vicon. www.vicon.eu, 09.01.2014.
- [14] Rath-Kampe, J.: Qualität in den Trog: Agrartechnik 92 (2013) H. 3, S. 24-29.
- [15] Kemper, S.; Frerichs, L.; Lang, T.: Investigations of an overlaying cutting method in a rotary mower. VDI-MEG Tagung Landtechnik 8./9.11.2013 Hannover. In: VDI-Berichte Nr. 2193, S. 393-398. Düsseldorf: VDI-Verlag 2013.
- [16] Brüse, C.: Schwader der neuen Ideen: Profi 25 (2013) H. 10, S. 42-44.
- [17] -, -: Schlagkräftige Futterernte aus Feucht: Eilbote 61 (2013) H. 45, S. 54.
- [18] -, -: Internetauftritt der Zeitschrift Profi. www.profi.de, 13.01.2014.
- [19] -, -: Internetauftritt der Firma Claas. www.claas.de, 13.01.2014.
- [20] -, -: So geht Futterernte 2014: Eilbote 61 (2013) H. 44, S. 52.
- [21] Shinnars, K.J.; Fride, J.C.: Harvest of Perennial Grasses as Biomass Feedstocks: Annual Summary of Teaching, Research & Extension (2012), S. 20.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Wissenschaftliches Review / Scientific Review

Erfolgreiches Review 10.02.2014

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Hanke, Steffen: Halmgutmähen und Halmgutwerben. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2014. S. 1-9

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055020>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/144.html>

Halmgutbergung

Sebastian Kemper,

Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, Technische Universität Braunschweig

Kurzfassung

Das Erreichen der strengen Abgasgrenzwerte hat auch für selbstfahrende Erntemaschinen in den letzten Jahren viel Entwicklungskapazität in Anspruch genommen. Mit Einführung der Stufe 4 in 2014 für Maschinen über 130 kW sind diese Entwicklungen zunächst weitestgehend abgeschlossen, sodass verstärkt an der Effizienzsteigerung sowie an der Verbesserung der Häckselqualität von Feldhäckslern gearbeitet wird. Bei den Ballenpressen erfährt die Steigerung der Pressdichte eine wachsende Bedeutung, um die Gutmasse pro Ballen zu steigern. In Ladewagen erhalten zunehmend integrierte Messerschleifeinrichtungen Einzug, um mit scharfen Klingen neben der Verbesserung der Arbeitsqualität die Gefahr von Verstopfungen und die erforderliche Antriebsleistung zu reduzieren.

Schlüsselwörter

Ballenpresse, Verdichtungssteigerung, Ladewagen, Messerschleifeinrichtung, Feldhäcksler

Crop Harvesting

Sebastian Kemper,

Institute of Mobile Machines and Commercial Vehicles, Technische Universität

Braunschweig

Abstract

The strict emission limits for self-propelled machines took a lot of development work during the last years. With the introduction of Stage IV for machines with more than 130 kW in 2014, these developments are largely completed. That will lead to further innovations to increase the overall machine efficiency and process quality of forage harvesters. In the area of balers the compaction performance will be improved to increase crop mass per bale. For loader wagons integrated knife sharpening systems are available to improve the cutting quality and in addition to reduce power requirement and the risk of blockages.

Keywords

Baler, compaction increase, loader-wagon, knife sharpening system, forage harvester

Marktentwicklung

Die Stückzahlentwicklungen von Pressen, Ladewagen und Feldhäckslern für den deutschen Markt über einen Zeitraum von ca. 25 Jahren zeigt **Bild 1**. Die Stückzahlen von Ladewagen, Quader- und Rundballenpressen sowie Feldhäckslern sind in den letzten 10 Jahren annähernd auf gleichem Niveau geblieben. Blickt man hingegen drei Jahrzehnte zurück, so ist speziell bei den Ladewagen und Hochdruckpressen ein deutlicher Rückgang zu erkennen. Die Hochdruckpressen haben heute ihren großen Stellenwert von einst verloren und finden fast nur noch international ihren Markt. In Bild 1 sind weiterhin Trendentwicklungen bis zum Jahr 2025 skizziert, die aus den Verkaufszahlen der vergangenen Jahre tendenziell fortgeschrieben wurden. Danach dürfte sich für Halmgutbergemaschinen das heutige Stückzahlniveau weitgehend, allerdings mit den üblichen volatilen Marktbewegungen, halten.

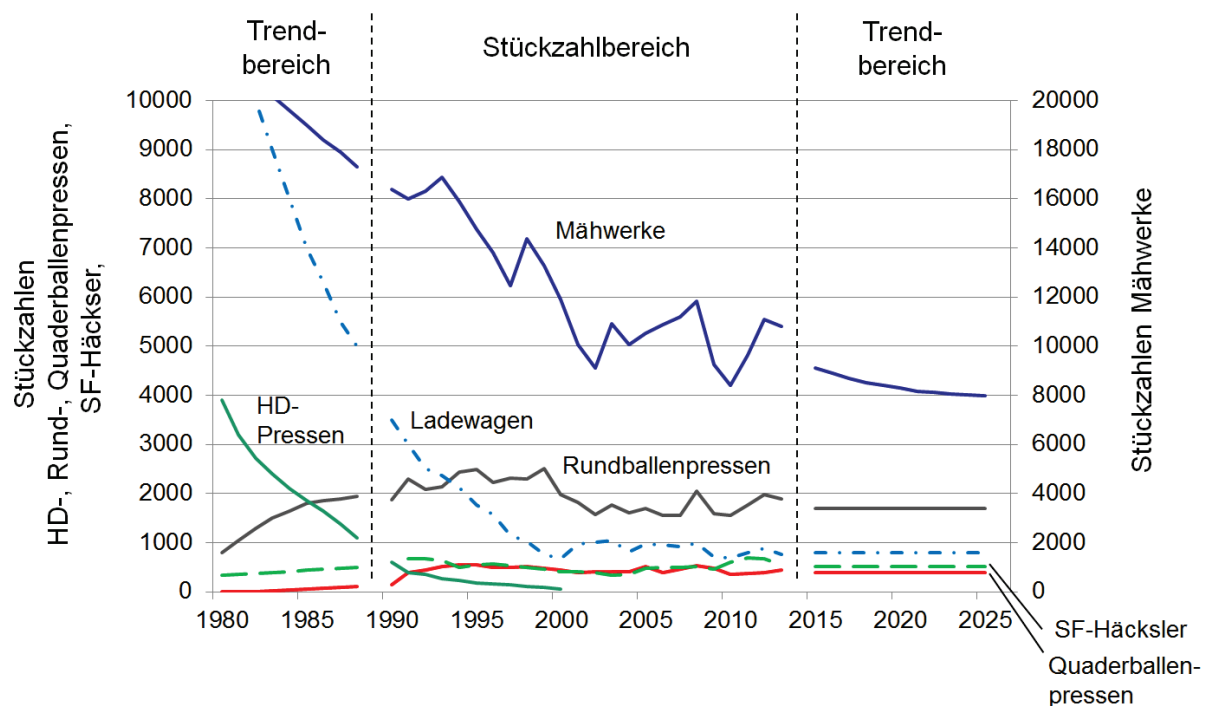


Bild 1: Verkaufszahlen Halmgutbergungsmaschinen in Deutschland [1]

Figure 1: Sales of crop harvesting machines in Germany [1]

In der Saison 2012/2013 wurden in Deutschland 1897 Rundballenpressen und 442 Quaderballenpressen verkauft. Gegenüber der Vorjahres-Saison entspricht das einem Rückgang von 5 % bei den Rundballenpressen und einer Steigerung von 12 % bei den Quaderballenpressen [2].

Im Auf und Ab der letzten Jahre konnten die Verkaufszahlen der Ladewagen bezogen auf den deutschen Markt seit der Saison 2009/2010 jährlich um etwa 100 Einheiten gesteigert werden. In der vergangenen Saison 2012/2013 wurden hingegen mit 771 Einheiten wieder weniger Maschinen verkauft. Der Rückgang liegt gegenüber dem Vorjahr bei ca. 14 % [3].

Die Verkaufszahlen der Feldhäcksler sind bis auf relativ geringe Schwankungen in den Krisenjahren 2009 und 2010 weitestgehend konstant geblieben, was unter anderem dem Boom der Biogasanlagen in Deutschland zu verdanken ist. In der Saison 2012/2013 wurden 528 Feldhäcksler verkauft. Dies entspricht einem deutlichen Rückgang von 150 Maschinen bzw. 22 % gegenüber der Vorjahres-Saison [4] und ist auf die Stagnation beim Neubau von Biogasanlagen zurückzuführen.

Ballenpressen

Im Bereich der Ballenpressen haben viele Hersteller Detailverbesserungen vorgenommen. Einen Überblick zu diesen Verbesserungen geben [5; 6; 7].

Nahezu alle Hersteller sind bestrebt, ihre Modelle mit ISOBUS Technologie auszustatten. Dadurch sollen herstellerspezifische Terminals, mit denen der Fahrer die Maschineneinstellung vornimmt, entfallen. Zusätzlich werden dem Fahrer weitere maschinenspezifische Informationen bereitgestellt. Vereinzelt hält das Tractor-Implement-Management (TIM) Einzug in die Ballenpressen. Dieses System erlaubt Geräten, den Traktor zumindest eingeschränkt, funktional zu steuern. So wird beispielsweise die Fahrgeschwindigkeit des Traktors bei Ballenpressen von der Schwadmenge vorgegeben, um den Durchsatz konstant zu halten.

Neben der ISOBUS Technologie finden in Ballenpressen RFID- und Softwarelösungen Anwendung. Auch Ballenwiegesysteme finden zunehmend Einzug in die Maschinen. Dadurch können beispielsweise die Ablageposition auf dem Feld und die Ballenmasse ballenspezifisch gespeichert werden.

Quaderballenpressen

Eine von der DLG mit einer Silbermedaille prämierte Neuheit ist der zweigeteilte Plungerkolben „TWINPACT“ für eine Quaderballenpresse von Kuhn. Der Verdichtungsprozess erfolgt zweigeteilt, wobei zunächst der untere Teil des Plungerkolbens den Ballen verdichtet und danach der obere Teil. Die Kolbenelemente sind mit der Kurbel über eine Dreieckanlenkung verbunden. Mit diesem Verfahren werden die Drehmomentspitzen reduziert, was nach Herstellerangaben einer um 25 % höheren Verdichtung zu Gute kommt [8].

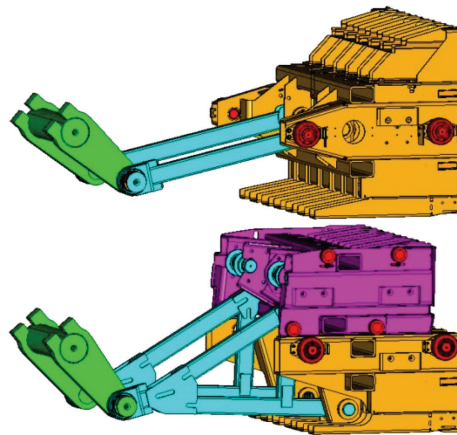


Bild 2: Zweigeteilter Kolben der Kuhn Quaderballenpresse [8]

Figure 2: Twin plunger of Kuhn square baler [8]

Eine andere Weiterentwicklung stellte Krone im Bereich der Pressen vor. Die Quaderballenpresse BiG Pack HDP II wurde mit zwei zusätzlichen Doppelknotern ausgestattet, die Ballen werden damit insgesamt von acht Fäden umspannt. Die überarbeiteten Doppelknoter bauen schmaler, sodass Bauraum für die weiteren Knoter geschaffen werden konnte. Dieses resultiert laut Hersteller in einer Pressdichtesteigerung von 10 % bei gleicher Fahrgeschwindigkeit, da die Rückdehnung der Ballen verringert wird. Zusätzlich ist die Maschine mit einer elektronischen Fadenüberwachung ausgestattet, die den Fahrer bei einer Knoterstörung informiert [9].

Rundballenpressen

Im Bereich der Presswickelkombination bietet Deutz-Fahr die CompactMaster an. Bei dieser Maschine ist die Presskammer auch gleichzeitig Wickeltisch. Durch die Funktionsintegration von Presskammer und Wickeltisch baut die Presse sehr kompakt und leicht. Die Pick-Up nimmt das Erntegut über eine Breite von 2,3 m auf und führt es dem Schneidorgan zu. Die Festkammerpresse formt Ballen mit 1,25 m Durchmesser und 1,22 m Breite [10].

Eine weitere Neuheit im Bereich Rundballenpressen ist die Comprima F 155 von Krone, eine weiterentwickelte Presse mit semivariabler Festkammer. Der Ballendurchmesser kann nun stufenlos vom Traktor eingestellt werden. Bislang konnten die Ballendurchmesser nur in vorgegebenen Abstufungen variiert werden [11].

Ladewagen

CLAAS präsentierte auf der Agritechnica für den Ladewagen eine Nachlauflenkachse, bei der der Lenkwinkel der letzten Ladewagenachse in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit angepasst wird. Dadurch soll automatisch bei höheren Geschwindigkeiten eine gute Wankstabilität und bei geringen Geschwindigkeiten eine gute Wendigkeit erreicht werden. Darüber hinaus wird bei diesem System der Knickwinkel zwischen Traktor und Deichsel erfasst, um den Fahrer durch ein akustisches Signal vor einem kritischen Einschlagwinkel zu warnen. Diese Innovation wurde von der DLG mit einer Silbermedaille ausgezeichnet [12].

Eine stationäre vollautomatische Messerschleifeinrichtung für Ladewagen- und Pressenmesser ist von CLAAS vorgestellt und von der DLG ebenfalls mit einer Silbermedaille prämiert worden. Diese Einrichtung schleift die Messer exakt entlang ihrer Kontur, wodurch laut Hersteller der Schleifwinkel und die Schleiftemperatur optimiert werden können. Mit dieser Schärfeinrichtung können auch Messer anderer Hersteller geschliffen werden [13].

Für ihre ZX Ladewagen hat Krone eine automatische Schärfeinrichtung entwickelt. Anders als bei der von Pöttinger in 2009 vorgestellten Einzelmesserschleifeinrichtung wird bei Krone die Messereinrichtung zum Schleifen seitlich aus der Maschine herausgeschwenkt. Die 46 Messer werden in zwei Phasen geschliffen. Die rotierenden federbelasteten Schleifscheiben fahren an die Messer und führen eine Schwenkbewegung durch. Sind die ersten 23 Messer geschliffen, wird die Schleifeinrichtung an die verbleibenden 23 Messer verfahren. Danach wird die Messereinrichtung wieder in Arbeitsstellung geschwenkt [14].



Bild 3: Messer - Schärfeinrichtung im ZX Ladewagen von Krone [15]

Figure 3: Knife sharpening system of the Krone ZX loader wagon [15]

Feldhäcksler

Im Bereich der Feldhäcksler sind ebenfalls viele Neuheiten zu verzeichnen. So haben CLAAS, Krone und Fendt ihre Baureihen teilweise umfassend überarbeitet bzw. ergänzt.

Nachdem Fendt auf der Agritechnica 2011 den ersten Feldhäcksler präsentierte, den Katana 65, wurden in 2013 zwei weitere Modelle vorgestellt. Der Katana 50, der als Konzeptstudie präsentiert wurde, rundet das Programm mit einer Leistung von 367 kW nach unten hin ab. Der Katana 85 hingegen stellt das Flaggschiff von Fendt dar, der mit einem V12 MTU Motor 625 kW leistet. Wie beim Katana 65 misst der Durchmesser der Häckseltrommel 720 mm.

Die beiden Katana Modelle 65 und 85 können mit drei Vorsätzen für Mais, GPS (Ganzpflanzensilage) und einer Pick-Up ausgerüstet werden [16].

Mit den beiden Modellen BiG X 480 und BiG X 500 erweitert Krone seine Feldhäcksler Produktpalette nach unten. Diese Maschinen mit 360 kW bzw. 430 kW sind gegenüber den größeren Feldhäckslermodellen mit einer schmaleren Häckseltrommel ausgerüstet, um eine möglichst optimale Häckselqualität zu erhalten. Die Häckseltrommel ist 630 mm breit und damit rund 170 mm schmaler als bei der BiG X 1100 Baureihe. Kennzeichnend für die neue Baureihe sind die einzeln aufgehängten Hinterräder. Dadurch wird der Dieselmotor tiefer im Fahrzeug verbaut und so die Schwerpunktlage des Feldhäckslers reduziert, bei gleichzeitig verbesserter Wendigkeit. Bei der Allradvariante werden die Häcksler Hinterräder von hydrostatischen Radnabenmotoren angetrieben [17].

Die 800er Baureihe der CLAAS Feldhäcksler wurde an das Design der 900er Maschinen angeglichen, wodurch auch die Vista Cab Kabine in der kleinen Baureihe Verwendung findet. Darüber hinaus kann diese Baureihe auch mit dem „Multi Crop Cracker“ ausgerüstet werden, der eine flexible Anpassung der Walzen an die vorliegenden Erntebedingungen erlaubt [18].



Bild 4: Feldhäcksler Jaguar 870 von CLAAS [19]

Figure 4: Forage harvester Jaguar 870 by CLAAS [19]

In der 900er Baureihe erhält das „Dynamic Cooling System“ Einzug. Die Lüfterdrehzahl wird bei diesem System in Abhängigkeit der Betriebsflüssigkeits- und Ladelufttemperaturen eingestellt, wodurch der Kraftstoffverbrauch weiter reduziert werden soll [18].

Im Bereich der Maiserntevorsätze stellte Kemper die Konzeptstudie 2020 vor. Erstmals wurde ein Vorsatz mit einer Arbeitsbreite von 15 m und 20 Reihen gebaut. Mit dieser Studie sollen die Praxistauglichkeit und Marktforderungen untersucht werden [20].

Ernterestenutzung

In den USA findet die Bergung von Getreide- und Maisstroh eine zunehmende Verbreitung. Bei diesem Verfahren werden die Stängel und Kolben von Maispflanzen bei der Körnermaisernte geborgen und für die Ethanol Gewinnung genutzt bzw. als Raufutter verfüttert. Die Mähdrescher, die zur Körnermaisernte eingesetzt werden, sind am Heck mit einem Auswurfkrümmer und Überladegebläse ausgerüstet. Die vom Strohhäcksler zerkleinerten Stängel und Kolben werden mit Hilfe des Auswurfkrümmers auf einen Anhänger überladen und so geborgen. Alternativ zu dieser Variante sind Kombination aus Mähdrescher und angehängter Ballenpresse in der Erprobung. Dabei werden die Erntereste direkt vom Mähdrescher Häcksler an die angehängte Ballenpresse übergeben. Bei beiden Verfahrensvarianten wird das Stroh durch den Mähdrescher geführt und so eine Verschmutzung des Strohs durch den Boden vermieden. Neben diesen einstufigen Verfahren sind auch mehrstufige Verfahren zu finden. Die vom Mähdrescher zerkleinerten Erntereste werden auf dem Boden breitflächig oder im Schwad abgelegt und in einem zweiten bzw. dritten Arbeitsschritt mittels Schwader und Ballenpresse aufgenommen. Der Verschmutzungsgrad ist bei dieser Variante deutlich höher [21; 22; 23].

Zusammenfassung

Die Verkaufszahlen der Halmgutbergungsmaschinen liegen weiterhin auf dem Niveau der Vorjahre, auch wenn bei den Feldhäckslern nach dem Biogas-Boom ein deutlicher Rückgang im letzten Jahr zu verzeichnen ist. Weniger nachgefragt wurden in der vergangenen Saison Rundballenpressen und Ladewagen. Quaderballenpressen wurden hingegen stärker nachgefragt. Auch für 2014 kann nicht zuletzt durch die vorhandenen und zu bedienenden Biogasanlagen sowie dem mittelfristigen Trend und den Prognosen folgend von ähnlichen Verkaufszahlen ausgegangen werden.

Bei den Rund- und Quaderballenpressen erfährt die Steigerung der Pressdichte eine wachsende Bedeutung. Verschiedene Entwicklungsansätze wie ein geteilter Kolben und die Erhöhung der Knoteranzahl in Quaderballenpressen zielen auf eine Steigerung der Verdichtung ab. Hinzu kommen Softwarelösungen, mit denen Ballenpositionen bestimmt werden können, um die Ablageposition auf dem Feld zu speichern.

Im Bereich der Ladewagen geht der Trend zu integrierten Messer-Schärfteinrichtungen, um die Messer regelmäßig und schnell schleifen zu können. Dadurch sollen die Prozessqualität optimiert und die erforderliche Schnittleistung reduziert werden.

Auf der vergangenen Agrartechnica war zu erkennen, dass einige Hersteller von Feldhäckslern ihre Baureihen erweitern. Die Prozessaggregate der Maschinen werden in Anlehnung an den Nenndurchsatz dimensioniert, um eine optimale Häckselqualität bei adäquaten Herstellkosten zu erreichen.

Literatur

- [1] Frerichs, L.: Entwicklungstrends in der Halmguternte. Landtechnik für Profis Tagung 11.-12.02.2014 Mannheim.
- [2] -, -: Marktzahlen Pressen für 2013 des Nachrichtendienstes Agra-Europe (AgE). www.iva.de/ticker/1379511060. Aufgerufen am 09.01.2014
- [3] -, -: VDMA Landtechnik: intern.
- [4] -, -: Marktzahlen Feldhäcksler für 2013 des Nachrichtendienstes Agra-Europe (AgE). www.iva.de/ticker/1385565360. Aufgerufen am 09.01.2014
- [5] Burkhalter, R.: Fester - schneller - rund! Rundballenpressen. Eilbote 61 (2013), H. 8, S. 10–14.
- [6] Rath-Kampe, J.: Bedienen leicht gemacht. Trends in der Press- und Wickeltechnik, Teil 2. Agrartechnik (2013), H. 4, S. 30–37.
- [7] -, -: Agritechnica Neuheiten. Profi 25, H. 9, S. 119–122. (2013)
- [8] -, -: Bild Kuhn geteilter Presskolben. <http://www.topagrar.com/news/Technik-Techniknews-Kuhn-Quaderballenpresse-LSB-1290-ID-1266378.html>. Aufgerufen am 09.01.2014
- [9] -, -: Internetauftritt der Firma Krone. <http://landmaschinen.krone.de/deutsch/news/agritechnica-neuheiten/mit-acht-doppelknoten>. Aufgerufen 09.01.2014
- [10] Messerer, M.: Multitalent unter der Haube. Deutz-Fahr Presswickelkombination CompacMaster im Agrartechnik-Test. Agrartechnik business 11 (2013), S. 12–13.
- [11] -, -: Maschinenprospekt Comprima Rundballenpressen. Firma Krone. Nr. DE Comprima.10.13.-209008110. (2013)
- [12] -, -: Agritechnica Neuheiten Presseinfomaterial Optimierung einer elektronisch-hydraulischen Zwangslenkung. Firma CLAAS. (2013)
- [13] -, -: Agritechnica Neuheiten Presseinfomaterial Vollautomatisches Messerschleifgerät. Firma CLAAS. (2013)
- [14] -, -: Messer-Schärfleinrichtung für Ladewagen ZX. Lohnunternehmen (2013), H. 10, S. 70
- [15] -, -: Bild Krone Ladewagen ZX Schärfleinrichtung. http://landmaschinen.krone.de/fileadmin/images/aktuelles/agritechica_2013/ZX_Messerschärfleinrichtung_04.jpg. Aufgerufen am 09.01.2014
- [16] -, -: Internetauftritt der Firma Fendt. https://www.fendt.com/de/pressebereich_pressemitteilungen_10592.asp. Aufgerufen 09.01.2014
- [17] Eikel, G.: Krone-Feldhäcksler Big X 480: Nicht nur mit kleinem Motor. Profi 25 (2013), H. 9, S. 48–51

- [18] -, -: CLAAS Agritechnica News 2013/2014.
<http://claas.de/blueprint/servlet/blob/240722/3e240e23dc091d27d4990ea63e7dbd26/a-gritechnica-news-data.pdf>, Aufgerufen am 09.01.2014
- [19] -, -: Bild Claas Feldhäcksler JAGUAR 870.
<http://claas.de/blueprint/servlet/image/253148/uncropped/800/0/d42b9c4b64f951532db-e3ae315b887a/Kg/199187.jpg>. Aufgerufen am 09.01.2014
- [20] -, -: Internetauftritt der Firma Kemper. <http://www.kemper-stadtlohn.de/de/home/filme-mehr/film-studie-2020.html>. Aufgerufen 09.01.2014
- [21] Shinnars, K. J.; Adsit, G. S.; Binversie, B. N.; Digman, M. F.; Muck, R. E.; Weimer, P. J.: Single-Pass, Split-Stream Harvest of corn grain and stover. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 50 (2007), S. 355–363, ISSN 0001-2351
- [22] Shinnars, K. J.: Harvesting and storing biomass crops in Illinios. Alfalfa Workshop – Positioning for Success, University of Wisconsin, 08th February 2010,
<http://agriculturalmachineryengineering.weebly.com/uploads/9/0/5/7/9057090/illinois2010handout.pdf>, Aufgerufen am 21.01.2014
- [23] Keene, J. R.; Shinnars, K. J.; Hill, L. J.; Stallcop, A. J.; Wemhoff, S. J.; Anstey, H. D.; Bruns, A. J.; Johnson, J. K.: Single-pass baling of corn stover. Transaction of the ASABE 56 (2013) H. 1.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Wissenschaftliches Review / Scientific Review

Erfolgreiches Review am 10.02.2014

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Kemper, Sebastian: Halmgutbergung. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2014. S. 1-9

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055021>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/145.html>

Halmgutkonservierung

Thomas Hoffmann

Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB)

Kurzfassung

Große Teile des Halmfutters werden in Form von Silagen in Horizontalsilos gelagert und konserviert. Beim Einlagern wird das Siliergut häufig zu wenig verdichtet, weil Verdichtungsleistung fehlt. Versuche mit Pistenraupen oder vibrierenden Walzkörpern sind erfolversprechend gelaufen. Mittels einer radiometrischen Dichtemessmethode soll zukünftig dem Fahrer des Walzfahrzeuges die aktuell erreichte Siliergutdichte angegeben werden. Für Silage in Rundballen wurde ein Penetrometer-Prüfstand entwickelt. In Kombination mit einem Feuchtefühler können Dichte- und Feuchteprofile von Silage-Rundballen erstellt werden. Eine Reihe von Untersuchungen widmete sich der Qualität des Siliergutes und der Verlustvermeidung.

Schlüsselwörter

Verdichtung, Dichtemessung, Qualitätsbestimmung

Crop Preservation

Thomas Hoffmann,

Leibniz-Institute for Agricultural Engineering Potsdam-Bornim

Abstract

Large quantities of crop fodder are stored and preserved in horizontal silos. Often the ensilaged crops are not sufficient compressed during storing, because there is a lack of compression performance. Investigations with snow groomer "Pistenbully" or vibrating compression tools went promising. Prospective, the driver of the compression vehicle should receive the recent density of the ensilaged crops by means of a radiometric density measuring system. A density test bench for round bales on the basis of penetrometer forces was developed. In combination with a moisture sensor, density and moisture profiles of round bales can be determined. Several investigations attended to the silage quality and the avoidance of losses.

Keywords

compression, density measurement, quality determination

Allgemeines

Halmfutter ist ein wichtiges Grundfutter für Wiederkäuer. Zum Grundfutter zählen Grünfutter, Silagen aus z.B. Mais oder Anwelkgras und Raufutter wie Heu und Stroh. Entscheidenden Einfluss auf die Produktion hochwertiger Gras- und Maissilagen haben zum einen die natürlichen und pflanzenbaulichen Bedingungen, zum anderen aber auch die verfahrenstechnischen Voraussetzung zur Arbeitserledigung. Das Siliergut wird mit Feldhäckslern, Ladewagen und Transportfahrzeugen geerntet und geborgen. Die Maschinen sind in den letzten Jahren leistungsfähiger geworden. Um das technisch mögliche Potenzial auszunutzen, wurden eine algorithmische Effizienzanalyse [1] und ein Arbeitsablaufmodell [2] entwickelt. Grundlage sind jeweils während der Ernte erhobene Praxisdaten. Berechnungen mit dem Arbeitsablaufmodell zeigen, dass ein mehrphasiger Transport die Transportleistung um bis zu 3,4 % bei 10 km Transportentfernung steigern kann und um bis zu 15,8 % bei 20 km [2].

Horizontalsilos

Die Lagerung und Konservierung des Halmgutes erfolgt oft in Horizontalsilos, weil sie die Möglichkeit bieten, die von der leistungsfähigen Ernte- und Bergetechnik erzeugten hohen Masseströme aufzunehmen. Häufig ist das Festfahren im Fahrsilo der Engpass in der Verfahrenskette, weil nicht genug "Verdichtungsleistung" eingesetzt wird. Obwohl die grundlegenden Zusammenhänge bekannt sind, zeigen aktuelle Untersuchungen, dass etwa ein Drittel der Silagen eine fehlerhafte oder schlechte Gärqualität besitzen [3].

Nicht alle Qualitätsmängel im Fahrsilo sind allein auf eine schlechte Verdichtung zurückzuführen, die Verdichtung nimmt aber eine Schlüsselstellung in der Konservierungskette ein. Zur Verbesserung der Verdichtung wurden mit überwiegend guten Erfahrungen Pistenraupen eingesetzt [4]. Die erreichten Siliergutdichten blieben unterhalb der Zielvorgaben, aber die Gärqualität der Silagen war gut. Mit den Pistenraupen konnte eine gute Verteilleistung bei geringem Kraftstoffverbrauch erzielt werden.

Bei Verdichtungsversuchen in einem Pressversuchsstand wurde das Verdichten von Anwelkgras mit Vibrationswalzen simuliert [5]. Die Versuche zeigten einen erhöhten Verdichtungseffekt, der aber nicht auf die vibrierende Bewegung des Walzkörpers zurückzuführen ist, sondern auf die größeren Pressdrücke infolge der rotierenden Unwuchtmassen. Nach Herstellerangaben entwickeln Vibrationswalzen zusätzliche Vertikalkräfte, die je nach Frequenz gleichgroß oder größer sind als die statische Gewichtskraft [6; 7]. Die Überlagerung von statischer Gewichtskraft und zusätzlicher Unwuchtkraft bewirkt die bessere Verdichtung.

Die Siliergutdichte in Fahrsilos kann bei der Siliergutauslagerung anhand entnommener Proben bestimmt werden. Ein Methodenvergleich [8] hat ergeben, dass Messwerte von Bohrproben eine große Variabilität aufweisen. Die Dichtebestimmung an herausgeschnittenen Siloblöcken tendiert zu höheren Dichtewerten, als durch eine Masse- und Volumenbilanzierung des Silostocks zu erwarten wäre.

Zum Messen der Siliergutdichte beim Festfahren befindet sich eine online Messmethode in der Entwicklung [9]. Basis der Messsonde sind ein Cäsium-Strahler Cs-137 und ein Natriumjodid-Szintillationsdetektor. Beide Baugruppen sind in einem Messrad verbaut und werden in der Spur des Verdichtungsstraktors über das Silo geführt (**Bild 1**). Ein Display in der Fahrerkabine zeigt die aktuelle Siliergutdichte an.

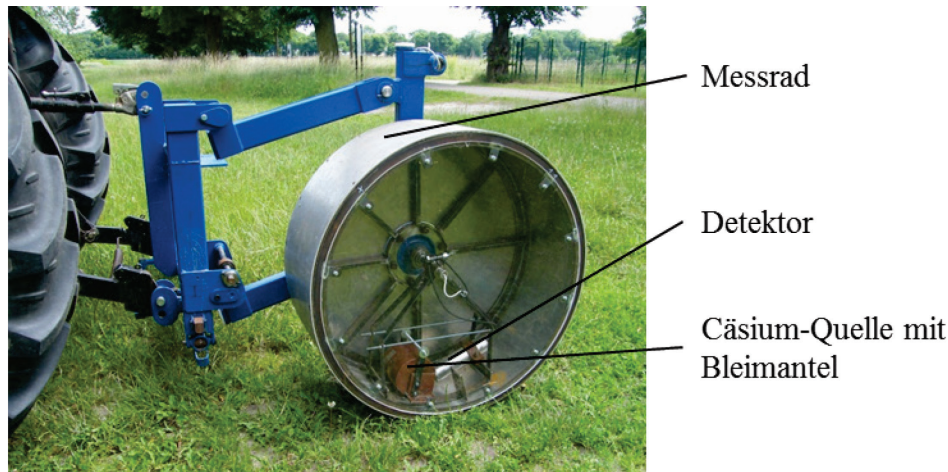


Bild 1: Messrad mit Cäsium-Quelle und Detektor (Foto ATB)

Figure 1: Measuring wheel with Caesium source and detector

Bei der Entnahme des Siliergutes aus dem Silo gelangt Luftsauerstoff an das entnommene Siliergut und über die Anschnittfläche in das Silo. Mit dem Luftzutritt können sich Verderborganismen wie Schimmelpilze und Hefen entwickeln. Wichtig ist, dass die Silagen ausreichend aerob stabil sind. Als aerobe Stabilität bezeichnet man die Zeitspanne in Tagen, in denen sich das Siliergut unter Lufteinfluss weniger als 3 K über die Umgebungstemperatur eines Raumes von 20 °C erwärmt.

Für den Landwirt stellt sich die Frage, ob die Anfälligkeit zur Nacherwärmung mehr von der Sorte oder von Jahr und Witterung abhängt. Bei einem Versuch in 2 Jahren mit 2 Maissorten in jeweils 3 Entwicklungsstadien (Milchreife, frühe und späte Teigreife) zeigte sich, dass die Umweltbedingungen und das Entwicklungsstadium größeren Einfluss auf die aerobe Stabilität haben als die Sortenwahl [10]. Im Versuch wurden allerdings nur 2 Maissorten eingesetzt.

Zur Verbesserung der Fermentierung und der Milchsäurebildung können Additive dem Siliergut zugegeben werden. In Versuchen waren die mit Additiven behandelten Silagen weniger aerob stabil als unbehandelte Silagen [11].

Um die Nacherwärmung an der Anschnittfläche so gering wie möglich zu halten, sollen Fahrsilos schmal gestaltet werden, damit der Vorschub bei der Entnahme möglichst groß ist. Dementgegen werden Fahrsilos für eine gute Befüllung oft breit ausgebildet. Bei einem Praxisversuch wurden 48 Fahrsilos (26 Grassilagen, 4 Luzernesilagen, 18 Maissilage) hinsichtlich ihrer Trockenmasseverluste untersucht [12]. Die Trockenmasseverluste wurden

durch Wägung des gesamte Siliergutes beim Einlagern und später beim Auslagern bestimmt. Es ergaben sich geringe Trockenmasseverluste mit durchschnittlich 10 Masse-% bei Mais, 9 Masse-% bei Gras und 12 Masse-% bei Luzerne. Als eine Erklärung für die geringen Masseverluste wurde der hohe Entnahmevorschub von etwa 2 m je Woche vermutet.

Ballensilierung

Die Dichte in Silage-Rundballen kann mit Hilfe eines Penetrometer-Prüfstandes bestimmt werden [13; 14]. Zur Messung werden die Ballen automatisch gedreht, um den Eindringwiderstand aus mehreren Richtungen zu messen. Aus ca. 5.400 Einzelwerten wird ein Dichteprofil des Ballens erstellt.

Der Penetrometer-Prüfstand wurde erfolgreich bei Landwirten eingesetzt. Anhand der Penetrometerwerte konnten die Einstellungen der Ballenpresse optimiert werden.

Um unterschiedliche Gutfeuchten berücksichtigen zu können, wurde der Penetrometerstab mit einem Sensor zum Bestimmen der dielektrischen Leitfähigkeit ausgestattet [15].

Schlauchsilierung

In einem Praxisversuch mit zwei unterschiedlichen Siloschlauchpressen wurde untersucht, ob sich die Halmgutbeanspruchung im Pressrotor auf die Siliergutqualität auswirkt [16]. Die Bewertung erfolgte anhand von Proben, die vor und hinter dem Pressrotor dem Gut entnommen wurden. Bei der Partikelgrößenverteilung zeigte sich, dass der Pressrotor eine zerkleinernde Wirkung aufweist. Der Anteil an größeren Partikeln nahm ab und der Anteil an mittleren Partikeln nahm zu. Hinter dem Pressrotor entnommenes Siliergut wies eine schnellere Milchsäurebildung und schnellere Fermentation auf als Siliergut, das vor dem Pressrotor entnommen wurde. Nach 90 Tagen Silierung unterschieden sich vor und nach dem Pressrotor entnommene Proben nicht in den Strukturwerten.

Heuproduktion

Für Betriebe mit Heuwirtschaft wurde eine weniger zeitintensive Methode zum Bestimmen der Bröckelverluste erarbeitet [17]. Bei dieser Methode wird eine Platte mit künstlichen Stoppeln während der Feldliegezeit unter das Gut ausgelegt. Die künstlichen Stoppeln begünstigen in Bodennähe die Luftzufuhr zum Trocknen, sie halten aber auch ähnlich wie reale Stoppeln Pflanzenteile zurück. Die Bröckelverluste werden durch Auswiegen der auf der Platte verbleibenden Pflanzenteile bestimmt.

Verluste bei der Futterkonservierung sind nicht zu vermeiden, sie müssen aber auf ein Minimum reduziert werden. Dazu müssen die Verlustquellen analysiert werden. Die Verluste auf dem Feld können 5 - 40 % des gewachsenen Ertrages ausmachen. Bei der Lagerung können zusätzlich im ungünstigen Fall 20 % Verluste entstehen [18].

Falls Bodenheu vor dem Pressen in Ballen nicht ausreichend trocknen konnte, kann mit "Selko Heu" ein Konservierungsmittel beim Pressen dazugegeben werden [19]. Es handelt

sich dabei um ein nicht korrosives Säureprodukt auf Basis von Propionsäure. Nicht behandelte Heuballen erwärmten sich stark und waren nach 30 Tagen Testdauer verdorben. Bei behandeltem Heu konnte der Verderb ganz oder teilweise verhindert werden.

Zusammenfassung

Halmfutter wird häufig in Form von Silagen in Horizontalsilos gelagert und konserviert. Die Verdichtung beim Einlagern stellt aufgrund fehlender Verdichtungsleistung oft ein Problem dar. Zur Verbesserung der Verdichtungsarbeit sind Versuche mit Pistenraupen und vibrierenden Verdichtungswerkzeugen unternommen wurden. Mit Hilfe eines radiometrischen Dichtemessverfahrens soll zukünftig die Siliergutdichte beim Festfahren ermittelt werden.

Auch für Silage in Rundballen wird ein Dichtemessverfahren entwickelt. Mit Hilfe eines Penetrometer-Prüfstandes kann ein Dichteprofil des Ballens erstellt werden.

Mehrere Versuche wurden unternommen, um die Qualität des Siliergutes besser bestimmen oder Verluste in der Verfahrensgestaltung besser analysieren zu können.

Literaturverzeichnis

- [1] Heizinger, V. und Bernhardt, H.: Algorithmische Analyse von Transportsystemen für die Biomasse. Landtechnik 67 (2012) H. 1, S. 22-25.
- [2] Heitkämper, K.; Wagner, A. und Schick, M.: Mehrphasige Transportverfahren in der Silomaisenernte. Landtechnik 67 (2012) H. 5, S. 350-353.
- [3] Latsch, R.: Gehört Ihre Silage zur Spitze? LANDfreund 90 (2013) 7, S. 40-43.
- [4] Nussbaum, H. und Rubenschuh, U.: Test of snow groomer "Pistenbully 300 Greentech" for use in bunker silos at harvesting different crops. In: Proceedings of the XVI International Silage Conference, 2-4 July 2012, Hämeenlinna, Finnland, Hrsg.: MTT Agrifood Research Finland und University of Helsinki 2012, S. 282-283.
- [5] Hoffmann, T.; Schemel, H. und Füll, C.: Compaction of grass silage taking vibrating stress onto account. CIGR-ejournal 15 (2013) H. 1, S. 114-123.
- [6] -.-: JCB vibratory tandem roller. J C Bamford Excavators Ltd.
<http://www.jcb.co.uk/products/Machines/Compaction-Equipment/Vibratory-Tandem-Rollers.aspx>, access 19.09.2012.
- [7] -.-: Tandem roller. homepage Hamm AG. <http://www.hamm.eu/en/produkte/tandemwalzen/serie-dv/dv-90-vo.182.php>, access 19.09.2012.
- [8] Latsch, R. und Sauter, J.: Comparison of methods for determining the density of grass silage. Agricultural and food science. 22 (2012) H. 1, S. 189-193.
- [9] Hoffmann, T.; Geyer, S.; Bittner, J.; Kögler, R. und Schirma, M.: Online-Bestimmung der Siliergutdichte mit Radiometrie. Landtechnik 68 (2013) H. 4, S. 256-258.
- [10] Wyss, U. und Arrigo, Y.: Einfluss der Maissorte und des Entwicklungsstadiums auf die aerobe Stabilität von Silagen. Agrarforschung Schweiz 4 (2013) H. 7-8, S. 338-343.
- [11] Wilkinson, J. M.; Davies, D. R.: The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. Grass and Forage Science 68 (2012) H. 1, S. 1-19.
- [12] Köhler, B.; Diepolder, M.; Ostertag, J.; Thurner, S. und Spiekers, H.: Dry matter losses of grass and maize silages in bunker silos. In: Proceedings of the XVI International Silage Conference, 2-4 July 2012, Hämeenlinna, Finnland, Hrsg.: MTT Agrifood Research Finland und University of Helsinki 2012, S. 318-319.
- [13] Büscher, W.; Maack, C.; Sun, Y.; Lin, J.; Cheng, Q.; Meng, F. und Zhang, H.: Dichteuntersuchungen von Rundballen-Silagen mit einem Penetrometer-Prüfstand. Landtechnik 68 (2013) H. 1, S. 26-29.
- [14] Büscher, W.; Maack, C.; Sun, Y.; Lin, J.; Cheng, Q.; Meng, F. und Zhang, H.: Lagerungsdichte von Silageballen bei unterschiedlichen Presseneinstellungen und Siliergutfeuchten. Landtechnik 68 (2013) H. 2, S. 103-107.
- [15] Sun, Y.; Cheng, Q.; Meng, F.; Buescher, W.; Maack, C.; Ross, F. und Lin, J.: Image-base comparison between a γ -ray scanner and a dual-sensor penetrometer technique for visual assessment of bale density distribution. Computers and Electronics in Agriculture 82 (2012) H. 1, S. 1-7.

- [16] Höcker, M.; Maack, C. und Büscher, W.: Effect of pressing instruments on feed structure of maize silage during the compaction of bagging technology. In: Proceedings of the XVI International Silage Conference, 2-4 July 2012, Hämeenlinna, Finnland, Hrsg.: MTT Agrifood Research Finland und University of Helsinki 2012, S. 288-289.
- [17] Sauter, J.; Latsch, R. und Hensel, O.: Eine neue Methode zur Bestimmung von Bröckelverlusten. Agrarforschung Schweiz 3 (2012) H. 3, S. 164-167.
- [18] Hunger, R.: Verlustarme Futterkonservierung. Schweizer Landtechnik 76 (2013) H. 4, S. 30-31.
- [19] Wyss, U.: Wirkung eines Konservierungsmittels bei Feuchtheu - Ergebnisse 2011. Agrarforschung Schweiz 3 (2012) H. 6, S. 314-315.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Hoffmann, Thomas: Halmgutkonservierung. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2014. S. 1-7

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055023>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/147.html>

Mähdrescher

Stefan Böttinger,

Institut für Agrartechnik, Fg. Grundlagen der Agrartechnik, Universität Hohenheim, Stuttgart

Kurzfassung

Im Berichtszeitraum gab es mehrere Tagungen mit Schwerpunkten zur Getreideernte. Sehr stark zugenommen haben die Publikationen zur Simulation der Förder-, Entmischungs- und Reinigungsvorgänge im Mähdrescher. Die Weiterentwicklung der Antriebstechnik fokussiert sich auf die Optimierung bestehender hydrostatischer oder mechanischer Antriebe sowie der Diskussion zu elektrischen Antrieben.

Schlüsselwörter

Mähdrescher, Marktentwicklung, Stoffeigenschaften, Simulation, Automatisierung

Combine Harvester

Stefan Böttinger,

Institute of Agricultural Engineering, Fundamentals of Agricultural Engineering, University of Hohenheim, Stuttgart, Germany

Abstract

During the reporting period several meetings with emphasis on grain harvest have took place. Publications about the simulation of transport, separation and cleaning processes in the combine have increased by number. The development of drive technology focused on optimizing of the existing hydrostatic or mechanical drives as well as the discussion of electric drives.

Keywords

combine harvester, market development, physical properties, simulation, automation

Allgemeines und Marktentwicklung

Die Mähdreschermärkte haben sich im Saisonjahr 2012/13 recht unterschiedlich entwickelt, **Bild 1**. In Nordamerika ist der Absatz um 8 % auf ca. 13 717 Einheiten angestiegen. Damit ist der Markt dort nun im fünften Jahr in Folge auf einem recht hohen Niveau von über 12 000 Stück. Die Märkte in Westeuropa verhalten sich nicht einheitlich: der Gesamtmarkt reduzierte sich um knapp 3 % auf ca. 7 000 Einheiten. In Deutschland stieg dagegen der Absatz um 4,8 % auf 2 058 Maschinen. Die landwirtschaftlichen Unternehmen in Russland investieren weiterhin sehr wenig in Neumaschinen. So sank der Absatz um 30 % von 7 436 in 2012 auf 5 141 Maschinen in 2013 [1 bis 3].

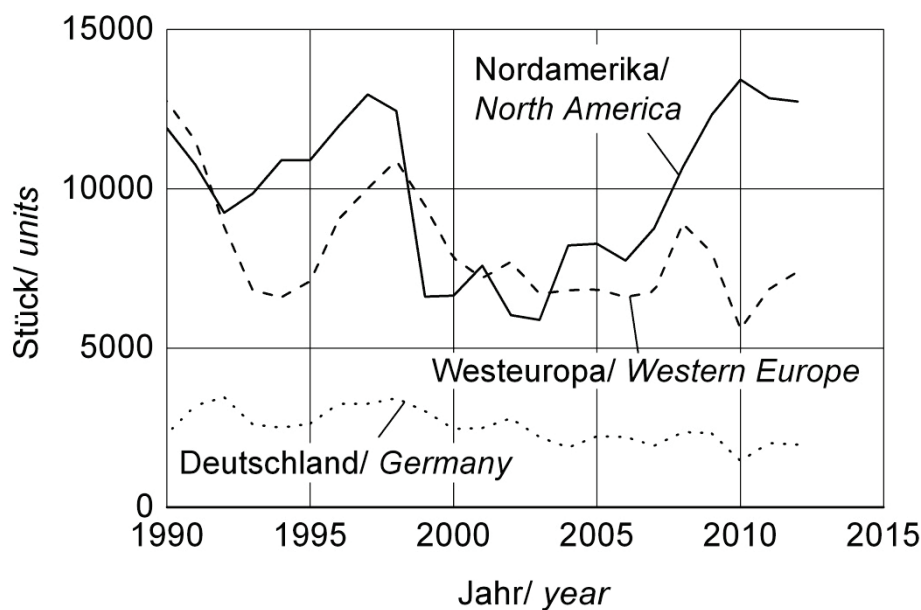


Bild 1: Entwicklung wichtiger Mähdreschermärkte [3]

Figure 1: Development of important combine markets [3]

Im Berichtszeitraum haben mehrere wichtige nationale und internationale Tagungen stattgefunden, auf denen Beiträge zur Technik der Getreideernte präsentiert wurden [4 bis 9]. Auf der Messe Agritechnica 2013 in Hannover wurden von den Herstellern für den Bereich der Getreideernte eine Vielzahl von Verbesserungen im Detail sowie zahlreiche Neuheiten präsentiert und zum Teil mit Gold- und Silbermedaillen honoriert [10]. Mit zunehmender Größe und Komplexität wird die Bedeutung des Bedieners der Erntemaschine immer wichtiger. Deshalb werden von den meisten Herstellern Schulungen für die Fahrer angeboten. Claas präsentierte einen Online-Simulator für die Mähdrescherbedienung. Er greift auf zentral hinterlegte Telemetrie- und Prozessdaten sowie virtuelle Steuergeräte zu. Somit können weitgehend reale Betriebsabläufe abgebildet und in Ruhe erprobt werden.

Zur Fahrerentlastung und zur Prozessoptimierung wurden weitere neue Funktionalitäten gezeigt. Case präsentierte eine kontinuierliche Korntank-Füllstandsmessung. Mit ihr kann

beispielsweise die Abfuhrlogistik präziser geplant werden. Bei der Claas Grain Quality Cam erfasst eine Kamera im kontinuierlichen Gutstrom am Kopf des Körnererelevators die Anteile an Bruchkorn und an Verunreinigungen. Diese werden dem Fahrer angezeigt und er oder eine Automatik können mit Anpassung der Maschineneinstellungen darauf reagieren. Ebenfalls von Claas wurde eine Wurfrichtungsanpassung für deren Strohhäckselverteiler vorgestellt. Zwei recht einfach gestaltete Sensoren am Heck des Mähdreschers erfassen dazu den Seitenwind und die Hangneigung [11]. John Deere fast mit seiner Integrated Harvest Automation die Schneidwerksführung, die interaktive Mähdreschereinstellung und die Automatisierung des Überladevorgangs prozessübergreifend zusammen. Diese Lösung wird für alle Mähdrescher der W-, T- und S-Serie angeboten. New Holland bietet mit Opti Speed für seine Schüttlermaschinen eine variable Schüttlerdrehzahl an. Unterschiedliche Drehzahlen für die verschiedenen Druschfrüchte werden zudem noch in Abhängigkeit der Neigung bei Berg- und Talfahrt angepasst. Eine reduzierte Drehzahl bei Bergfahrt bzw. eine erhöhte Drehzahl bei Talfahrt soll für eine gleichmäßige Gutschichtdicke auf den Schüttlern sorgen [12].

New Holland verbessert für seine Axialmähdrescher den Gutfluss zu den Dresch- und Abscheiderotoren durch einen Zuführrotor. Dieser ist mit einer Steinfangmulde kombiniert und hinter dem verkürzten Schrägkettenförderer angeordnet. Für den Straßentransport wird von Cressoni nun ein 8- bzw. 12-reihiges Maisgebiss angeboten. Durch neuartige Klapp- und Drehtechnik kann es auf eine Transportbreite von 3,5 m reduziert werden.

Für die Vorderachsen von Mähdreschern werden vermehrt Reifen angeboten, die auch mit reduziertem Luftdruck von z.B. 1,6 bar im Feld und auf der Straße betrieben werden können. Verbesserungen bei Raupenlaufwerken von New Holland sorgen für eine gleichmäßigere Verteilung der Gewichtskräfte auf der Aufstandsfläche und erlauben nun auch Fahrgeschwindigkeiten von 40 km/h. Eine geänderte Anlenkung der Hinterachse bei Claas ermöglicht den Einsatz von Rädern mit größerem Durchmesser [13]. In Kombination mit der gezeigten Reifenluftdruckregeleinrichtung können diese Räder nun auf dem Feld bodenschonender eingesetzt werden.

Mähdruschkonzepte und Getreideernte international

Einen Überblick über Forschungsarbeiten im Bereich Mähdrescher ist in [14 bis 16] gegeben. Für die Weiterentwicklung der üblichen Maschinenkonzepte wurden neue Anregungen gegeben [16 bis 18]. Neben der Erhöhung der Maschineneffizienz durch weitere Automatisierung mit z.B. verbesserter und neuer Sensorik für die Prozesse steht weiterhin das Größenwachstum im Fokus der Entwickler. Durch Leichtbau und neue Fahrwerkskonzepte könnte die Zunahme der Gewichte begrenzt und die Bodenschonung erhalten bleiben.

Die unterschiedlichen Klimaregionen innerhalb von Europa erfordern angepasste Lösungen für die regionale Getreideernte. Einen Einblick in die Anforderungen aus Schweden und die hierfür in dem Land durchgeführten Forschungsarbeiten sind in [19] dargestellt. Den Status und die Entwicklung der Getreideernte in Asien wird detailliert in [20; 21] beschrieben. Die optimale Maschineneinstellung und die Anpassentwicklung von Baugruppen für die Ernte von speziellen Druschfrüchten sowie die Eignung von modernen Ertragssensoren in indischen Mähdreschern wird beschrieben in [22 bis 24].

Der Klimawandel wirkt sich auch auf die verfügbaren Mähdruschstunden und die Erntezeitspannen aus. Mit Hilfe verbesserter Modellierungen und detaillierterer Datenbasis wurden die heute verfügbaren Mähdruschstunden auch für unterschiedliche Kornfeuchten berechnet und dargestellt [25; 26].

Dreschen, Trennen, Reinigen

Innerhalb des Berichtszeitraumes wurde relativ wenig zur Weiterentwicklung der Dresch-, Trenn- und Reinigungseinrichtungen publiziert. Rademacher untersuchte den Einfluss unterschiedlicher Einstellungen bzw. Einstellstrategien auf das Arbeitsergebnis des Mähdreschers [27]. Die Änderungen sollten nicht im Stand der Maschine sondern während der Arbeit vorgenommen und dabei die Abhängigkeiten der einzelnen Arbeitsprozesse voneinander berücksichtigt werden. Die Erfolgskontrolle ist durch die in den Maschinen vorhandenen Sensoren begrenzt. Für detaillierte Untersuchungen empfiehlt er deshalb den Einsatz von Verlustschalen [28]. Umfassendere Versuchsanstellungen erfordern mehr und präzisere Messdaten, die bspw. mit angepasster Wiegemesstechnik ermittelt werden können [29].

In Hohenheim wurden die Untersuchungen zur Förderung und Entmischung auf einem konventionellen Vorbereitungsboden beendet [30]. Für eine an Durchsatz und Hangneigung angepasste Schwingfrequenz können aus dieser Arbeit entsprechende aktuelle Grundlagen entnommen werden.

Schneidwerke und Strohmanagement

Die auf die Arbeitsbreite bezogene Masse von Schneidwerken nimmt mit zunehmender Breite ab. Nach Herstellerangaben liegt sie für Schneidwerke mit 6 m Arbeitsbreite zwischen 250 und 430 kg/m, mit 12 m Arbeitsbreite zwischen 200 und 330 kg/m [3]. Neben den Massen begrenzt auch die maximale Länge des Transportzuges das weitere Vergrößern der Arbeitsbreite. Hierzu wurde ein neues Konzept mit einem für den Transport angehängtem, klappbarem Schneidwerk vorgestellt [31]. Zur Vermeidung von Rüstzeiten für das Umhängen des Schneidwerks wird alternativ eine zweite Fahrerkabine vorgeschlagen und das geklappte Schneidwerk mit eigenem Fahrwerk, gekoppelt an den Schrägförderer, vor der Maschine belassen. Die zweite Kabine befindet sich hinten am Mähdrescher mit Blickrichtung entgegen der üblichen Fahrtrichtung. Der gesamte Zug wird von ihr aus dann mit Vorderachslenkung betrieben.

Die Anbindung von Schneidwerken an den Schrägförderer stellt insbesondere bei Mähdreschern mit Hangausgleich durch das Fahrwerk eine Herausforderung dar. Stellung zum Boden und Winkel zwischen Schneidwerk und Boden müssen unter allen Bedingungen konstant gehalten werden. Beispielhaft wird die Entwicklung einer Schneidwerksanbindung für einen Mähdrescher mit Hangausgleich detailliert aufgezeigt [32].

Wünschenswert ist eine Keimunfähigkeit von Unkrautsamen, insbesondere wenn sie Resistenzen gegen Herbizide ausgebildet haben, die mit den Nichtkornbestandteilen (NKB) wieder auf das Feld gelangen. Über die Nachschaltung einer Mühle für den Reinigungsübergang

wurde bereits berichtet. Nun sind von den Entwicklern weitere Details zu der nötigen Stoßenergie publiziert worden [33; 34].

Antriebstechnik, Fahrwerke

Viele Publikationen beschäftigen sich mit der Antriebstechnik der Arbeitselemente und des Fahrwerks. Im Vordergrund steht dabei häufig die anforderungsgerechte Auslegung für effiziente Antriebe. Die Fahrtriebe sind in der Regel hydrostatische Antriebe mit nachgeschalteter mechanischer Untersetzung. Ein Überblick über derartige Antriebe und die Entwicklungspotentiale gibt [35]. Umfassend wurde die Effizienzbewertung dieser und alternativer Antriebe für mobile Arbeitsmaschinen untersucht [36]. Für die Untersuchung von Fahrtrieben müssen diese reproduzierbar und unter gleichen Bedingungen erprobt werden. Deshalb wurde an der TU München hierfür ein Prüfstand entwickelt und in Betrieb genommen [37]. Damit werden auch Vergleiche von hydrostatischen und elektrischen Antrieben durchgeführt [38]. Ein ähnlicher Vergleich im Feldeinsatz zeigt vergleichbare Ergebnisse [39]. Häufig wird bei diesen Untersuchungen ein kostenoptimierter hydrostatischer Antrieb mit einem neu entwickelten effizienzoptimierten Antrieb verglichen. Elektrische Antriebe werden sich wohl nur durchsetzen, wenn neben Vorteilen beim Wirkungsgrad auch die leichtere Regelbarkeit genutzt wird. Dies zeigt sich auch bei den Diskussionen zu den Erfahrungen mit elektrischen Antrieben bei Landmaschinen und zu neuen variabel angetriebenen Elementen bspw. bei Schneidwerken [40; 41].

Neben hydrostatischen haben auch mechanische Antriebe noch Potentiale. So erfüllen Keilriemen dank neuer Werkstoffe und Technologien weiterhin die Anforderungen von Großmähdreschern [42]. Durch systematische Anwendung des Baukastenkonzepts können kostengünstige und auch effiziente mechanische Antriebslösungen entwickelt werden [43].

Für die Auslegung aller Antriebe müssen aber zuerst die Lastkollektive ermittelt werden. In einem größeren industriefinanzierten Projekt wird in Hohenheim an Mähdreschern der Leistungsbedarf, die Leistungsverteilung und die Lastkollektive aller relevanten Antriebe und Baugruppen im Feldeinsatz erfasst [44 bis 46]. Diese Informationen sind auch Basis für die Gestaltung drehzahlentkoppelter Antriebe.

Steigende Motorleistung der größten Mähdrescher und die Abgasnormen erfordern deutlich vergrößerte Kühlleistungen. Claas hat deshalb ein neues Kühlkonzept erstellt, bei dem die flach liegenden Kühler an der höchsten, staubärmsten Stelle des Mähdreschers angeordnet sind. Die Kühlluft wird von oben angesaugt und seitlich aus der Maschine geblasen. So wird auch Staub von der Maschine abgehalten [47].

Stoffeigenschaften und Qualitätsmerkmale

Die Qualität des geernteten Getreides beeinflusst den Erlös. Die frühzeitige Erkennung von Partien mit ungünstigen Inhaltsstoffen kann die Vermischung mit hochwertigen Partien verhindern helfen und somit den Erlös hoch halten. Neben dem Proteingehalt wird seit ein paar Jahren an der Erkennung einer Mykotoxinbelastung gearbeitet. Neben Nahinfrarotspek-

trometrie NIRS ist die Bildverarbeitung zur Erfassung von Verfärbungen ein zusätzliches Mittel um die Erkennungsrate zu verbessern [48].

Körnerbruch deutet in der Regel auch auf eine ungünstige Maschineneinstellung hin. Körnerbruch ist auch abhängig von Gutart, Sorte und Gutfeuchte. Analog zur Dauerfestigkeit von Metall lässt sich auch die Belastung von Getreidekörnern darstellen. Eine mehrfache mechanische Belastung kann die Dauerfestigkeit von Korn überschreiten und ihre Zeitfestigkeit wird erreicht [49]. Es wird versucht die Größe der Belastungen bzw. angebrochene Körner durch Mikrophone oder durch Bildanalyse zu erfassen [50 bis 52].

Die Bearbeitungsintensität des Strohs im Dreschwerk ist auch ein Hinweis auf die Bearbeitungsintensität der Körner. Bei Schwadablage ist dessen Volumen ein Zeichen für die Bearbeitungsintensität [53]. Hilfreich für die Beurteilung ist auch eine Halm- bzw. Partikellängenmessung. Um den Zeitaufwand hierfür zu reduzieren wurden verschiedene optische Partikelmesssysteme entwickelt und erprobt [54 bis 57]. Sie erfassen ein zweidimensionales Bild des Partikels. Die dritte Dimension bei geknickten Halmen oder dicken Partikeln wird nicht erfasst. Die hohen Auflösungen erlauben dagegen die Beurteilung der Halm- bzw. Partikelstruktur, insbesondere bei gehäckseltem Stroh. Für den nachfolgenden Verrottungsprozess ist es hilfreich, wenn die Partikel aufgespleißt sind. Jedoch ist eine zu starke Aufspaltung mit hohem Energieeinsatz beim Häckseln verbunden.

Simulation

Publikationen zur Simulation von Mähdreschern und deren Dresch-, Trenn- und Reinigungseinrichtungen nehmen stark zu. Zu betonen sind hierbei die nötigen Parameterermittlungen sowie die erforderliche Verifizierung und Validierung der Modelle. Nur dann können diese Modelle als anwendbar bezeichnet werden.

Der Mähdrescher kann als eine Black-Box und seine Ein- und Ausgangswerte in Abhängigkeit der Maschineneinstellung betrachtet werden [58]. Mit in dem Modell integrierten virtuellen Sensoren kann das Verständnis der Prozesse gefördert, mit daran angekoppelten Regelalgorithmen die Maschineneinstellung optimiert werden.

Die Kinematiksimulation einer Haspel ermöglicht die Entwicklung ihrer Einstellmöglichkeiten zu erleichtern. In Kombination mit einem Modell des zu erntenden Halmes können die konstruktiven Parameter und die Arbeitsweise der Haspel weiter optimiert werden [59; 60].

Für die Simulation von Getreidekörnern in einem Dreschwerk sind als Grundlage deren Stoßzahl in Abhängigkeit vom Stoßpartner und den Aufprallgeschwindigkeiten zu ermitteln [61; 62]. Mit diesem Parameter kann dann auch der Zusammenprall eines Korns mit einer Schlagleiste simuliert und bspw. die Auswirkung auf eventuellen Körnerbruch untersucht werden.

Für die Simulation der Förder-, Trenn- und Abscheideprozesse auf dem Hordenschüttler nach der Diskreten Elemente Methode (DEM) muss neben dem Körnermodell auch ein Strohmodell entwickelt werden. Es erscheint günstig, ein Modell speziell für diesen Zweck zu entwickeln, **Bild 2**. Die Interaktion von Korn und Stroh, Korn und Schüttler sowie Stroh und Schüttler ist im Modell abzubilden. Mit den Partikeln können einfache Versuchsstände

simuliert und die Ergebnisse aus Simulation und Experiment miteinander verglichen werden. Durch Anpassung der Partikeleigenschaften und der Interaktionsparameter können die Versuchsergebnisse an die des Prüfstandes angepasst werden. Danach sind allerdings noch weitere Versuche mit anderen Prüfständen für die Validierung nötig [63 bis 67]. Für die sonstigen Arbeitselemente des Mähdreschers gilt das vergleichbare Vorgehen.

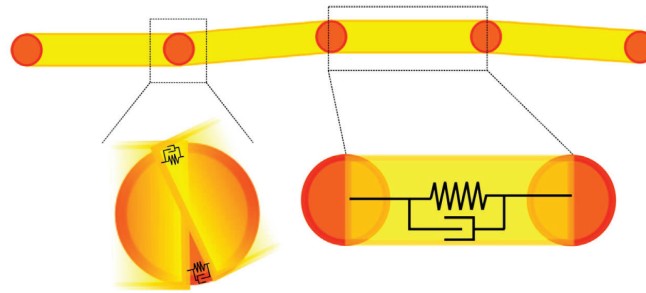


Bild 2: Biegsames Strohmodell nach der Diskreten Elemente Methode DEM [67]

Figure 2: Bendable straw model by Discrete Element Modeling DEM [67]

Anhand der Simulation der Gutbewegung und -förderung auf dem Vorbereitungsboden wurde die Anwendbarkeit von verschiedenen Programmen erprobt [68]. Die Fördervorgänge auf den Sieben der Reinigungsanlage sind mit dem Vorbereitungsboden vergleichbar. Deshalb liegt es nahe, zuerst nur mithilfe der DEM die Simulation aufzubauen. Allerdings zeigt sich schnell, dass die Luftströmung in der Reinigung mit Hilfe der numerischen Strömungssimulation (Continuous Fluid Dynamic - CFD) zusätzlich simuliert werden muss [69]. Für die Verifizierung und Validierung einer modellierten Reinigungsanlage gelten dieselben Regeln, wie oben für die Hordenschüttler erwähnt [70].

Die generellen Möglichkeiten von CFD bei der Entwicklung von Mähdrescher sind in [71] dargestellt. In der Verbindung von CFD und DEM lassen sich dann Partikelbewegungen auf luftdurchströmten Sieben abbilden. Für eine erste Verifizierung kann zuerst das Strömungsfeld in der Reinigungsanlage simuliert und mit Messungen an einer realen Anlage überprüft werden [73 bis 75].

Elektrik, Elektronik, Bedienung und Automatisierung

Die Regelung und Automatisierung ist abhängig von guten Informationen über die Ein- und Ausgangsgrößen des Mähdreschers. Der Durchsatz kann heute erst näherungsweise im Schneidwerk, im Schrägförderer oder im Dreschwerk bestimmt werden. Der Korndurchsatz wird mit recht hoher Genauigkeit aber erst im Körnerelevator bestimmt. Die Ermittlung der Bestandsdichte kurz bevor der Mähdrescher ihn erntet ermöglicht die frühzeitige Anpassung der Maschineneinstellungen. Ein erneuter Ansatz zur Bestimmung der Bestandsdichte direkt vor dem Schneidwerk wird vorgestellt [76]. Allerdings ist das Messprinzip erst im Labor an einem kleinen, künstlichen Bestand im Stand erprobt worden.

Der Nutzen einer automatisierten Mähdreschereinstellung ist schwer zu bewerten. Es ist ein Verfahren vorgestellt worden, bei dem die Opportunitätskosten bei manueller und bei auto-

matischer Maschineneinstellung ermittelt werden [77]. Das Verfahren ist stark abhängig von den Rahmenbedingungen beim einzelnen Landwirt. Deshalb werden keine allgemeinen Aussagen über die Vorzüglichkeit der automatisierten Einstellung gemacht.

Zur Verbesserung der Ergonomie auf Mähdreschern wurde von den großen Herstellern bereits erfolgreich die Schallbelastung in den Kabinen reduziert. Für einen kleineren Mähdrescher aus Korea wurden kostengünstige Schalldämmungsmaßnahmen eingeführt und die Verbesserungen von ca. 1,85 dB dokumentiert [78].

Einsatz und Logistik

Neben der Optimierung der Arbeitselemente des Mähdreschers und deren Einstellungen beeinflussen der Maschineneinsatz und die gesamte Logistik der Getreideernte den Erlös des Landwirts oder Lohnunternehmers [79]. Deshalb werden weiterhin Anstrengungen unternommen, um die Anwender bei Einsatz und Logistik zu unterstützen. Neben der Ernte werden aber auch Daten ermittelt, die für die weitere Einsatzplanung, die Abrechnung und die Optimierung verwendet werden können [80].

Für das gezielte Abernten eines Feldes werden die günstigsten Routen berechnet. Hierfür ist ein Modell des Mähdreschers nötig, um entsprechend seiner Größe und Wendigkeit auf dem Feld zu navigieren [81]. Auf dem Feld können sich mehrere Mähdrescher und Überladefahrzeuge sowie am Feldrand entsprechende Transportfahrzeuge befinden. Dieser Einsatz ist nicht im Detail voraus planbar. Deshalb ist ein dynamisches Planungs- und Überwachungssystem, auch für die Ernteabfolge im Feld, notwendig. Damit kann spontan auf Abweichungen von der Planung reagiert werden [82; 83]. Eine Systemarchitektur, die ein angepasstes Verhalten aller beteiligten Maschinen an nicht präzise vorhersagbare Umgebungsbedingungen und daher nicht völlig spezifizierbare Prozesse ermöglicht, ist vorgestellt worden [84].

Energieeffizienz

Hinter den meisten hier dargestellten Bemühungen steckt der Versuch, dem Anwender eine Maschine bzw. ein System mit bestmöglichem wirtschaftlichem Ertrag zur Verfügung zu stellen. Zudem besteht immer mehr die Frage nach der Energieeffizienz. Neben den Kraftstoffkosten für den Anwender wird zunehmend wegen den gesellschaftlichen bzw. politischen Vorgaben auf die CO₂-Reduktion beim Maschineneinsatz geachtet. Erste Möglichkeiten zur Erfassung und Modellierung der Treibhausgasemissionen bei der Getreideernte sind erfolgt [85]. Es muss allerdings die gesamte Kette für die Getreideproduktion betrachtet werden. Auch hier sind erste Ansätze veröffentlicht [86].

Literatur

- [1] –,—: AEM Ag Tractor and Combine Report. <http://aem.org/MarketInfo/Stats/>
- [2] Persönliche Mitteilung VDMA, 01.03.2014
- [3] Böttinger, S.: Stand und Tendenzen der Mähdrusch-Entwicklung. In [6], S. 7-12.
- [4] CIGR-AgEng 2012 International Conference of Agricultural Engineering, Valencia, 08./12.07.2012. http://cigr.ageng2012.org/comunicaciones-online/htdocs/principal.php?seccion=index_posters.
- [5] VDI-MEG Tagung Landtechnik 2012, Karlsruhe 06./07.11.2012. VDI-Berichte Nr. 2173. Düsseldorf: VDI Verlag 2012.
- [6] VDI-MEG Tagung Landtechnik für Profis 2013, Technik für Getreideernte, Harzewinkel, 23./24.01.2013. VDI Berichte Nr. 2192. Düsseldorf: VDI Verlag 2013.
- [7] ASABE Annual Meeting, 21./24.07.2013, Kansas City, Missouri, USA.
- [8] VDI-MEG Kolloquium „Mähdrescher“, 12./13.09.2013 Stuttgart/Hohenheim, Heft 40. http://opus.ub.uni-hohenheim.de/volltexte/2013/890/pdf/VDI_MEG_Kolloquium_Landtechnik_Heft40_Maehdrescher.pdf.
- [9] VDI-MEG Tagung Landtechnik AgEng 2013 Hannover 08./09.11.2013. VDI Berichte Nr. 2193. Düsseldorf: VDI Verlag 2013.
- [10] N.N.: Neuheitenmagazin agritechnica 2013. http://www.agritechnica.com/uploads/media/AGT_2013_Neuheitenmagazin.pdf, 28.02.2014.
- [11] Terörde, S., Brinkmann, J. und Heitmann, C.: An automatic sidewind compensation for the radialspreader of a combine harvester. In [9], S. 359-366.
- [12] Nerinckx, G., Duquesne, F. und Missotten, B.: Variable speed strawwalkers – A way to increase productivity and automation of conventional combines. In [9], S. 333-338.
- [13] Wagemann, S. und Tilly, T.: Entwicklung eines Lenkachssystems für Großmähdrescher im Spannungsfeld steigender Anforderungen. Antriebstechnisches Kolloquium 2013, 19./20.03.2013, Aachen, Tagungsband, S. 327-344.
- [14] Böttinger, S.: Mähdrescher. In: Frerichs, L. (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2012. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2012. – S. 1-14. <http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00043454>.
- [15] Böttinger, S.: Mähdrescher-Forschung für die Praxis. In [6], S. 25-32.
- [16] Garbers, H.: Ernte und Ernteprozesse von Mähdruschfrüchten – Trends und Entwicklungen. In [6], S. 5-14.
- [17] Herlitzius, T.: Mähdrescher – Quo Vadis? In [6], S. 99-108.
- [18] Leth Bilde, M., Döll, H. und Herlitzius, T.: Combine with 3 axles – Soil friendly and energy efficient. In [9], S. 367-377.
- [19] Lundin, G.: Grain Harvesting in Sweden and related research at JTI. In [8], S. 95-102.
- [20] Guha, N. und Forkert, S.: Newest trends in grain harvesting in India. In [8], S. 69-76.

- [21] Gummert, M. und Hien, P.H.: Combine harvesting in South and Southeast Asia: current status and trends. In [8], S. 103-122.
- [22] Saeidirad, M.H., Esaghazade, M., Arabhosseini, A. und Zarifneshat, S.: Influence of machine-crop parameters on the threshability of sorghum. Agric. Eng. Int.: CIGR Journal 15 (2013) H. 3, S. 55-59.
- [23] Chico-Santamarta, L., Masebu, H., White, D.R., Godwin, R.J. und Crook, M.: The development of an improved stripping mechanism for sorghum harvesting. ASABE Paper No. 131620136.
- [24] Singh, M., Kumar, R., Sharma, A., Singh, B., Mishra, P.K. und Sharma, K.: Evaluation of yield monitoring system installed on indigenous grain combine harvester for rice crop. Agric. Eng. Int.: CIGR Journal 15 (2013) H. 3, S. 148-153.
- [25] Kloepfer, F.: Verfügbare Mähdruschstunden. In [6], S. 33-41.
- [26] Prochnow, A., Hoffmann, T., Chmielewski, F. und Risius, H.: Verändert der Klimawandel Erntezeitspannen und verfügbare Mähdruschstunden in Brandenburg? In [8], S. 123-128.
- [27] Rademacher, T.: Der Einfluss von Adaptionsmaßnahmen an den Druschfruchtbestand auf das Arbeitsergebnis des Mähdreschers. In [6], S. 43-62.
- [28] Rademacher, T.: Methodik zur Messung von Arbeitsqualität und Verlust-Durchsatz-Verhalten von Mähdreschern unter Feldbedingungen. In [8], S. 83-94.
- [29] Zippert, B. und Schwersmann, B.: Messmethode zur Bestimmung der Mähdrescher-Durchsatzleistung im Feld - Wiegemesstechnik (WMT). In [8], S. 77-82.
- [30] Timofeev, A.: Förderung und Entmischung auf dem Vorbereitungsboden des Mähdreschers. Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI (VDI-MEG) 527. Dissertation Universität Hohenheim 2013. Aachen: Shaker Verlag 2013.
- [31] Schreiber, C.P., Krzywinski, J. und Herlitzius, T.: New Combine to Header Connection-Concept for very wide platforms – Foldable header with 18m cutting width and 18 m transport length including the combine. In [9], S. 515-522
- [32] Brand, A. und Kortenjann, L.: Design and rollout of a hillside feederhouse for modern combines. In [8], S. 147-152.
- [33] Berry, N. K., Saunders, C. und Fielke, J.M.: Relating the power requirement of the Harrington Seed Destructor to chaff throughput. In [4], Paper C1968
- [34] Berry, N.K., Fielke, J.M. und Saunders, C.: Determination of impact energy to devitalize annual ryegrass (*Lolium rigidum*) seed from one impact using double and single sided impacts. Biosystems Engineering 118 (2014), S. 138-146.
- [35] Anderl, T., Vogl, K.-H., Schmid, F. und Kliffken, M.: Hydrostatische Fahrtriebe – Status und Perspektiven. Antriebstechnisches Kolloquium 2013, 19./20.03.2013, Aachen, Tagungsband, S. 255-276
- [36] Fleczonek, T.: Effizienzbewertung von Antrieben mobiler Arbeitsmaschinen am Beispiel eines Mähdreschers. Forschungsberichte aus dem Institut für mobile

- Maschinen und Nutzfahrzeuge. Dissertation Technische Universität Braunschweig 2013. Aachen: Shaker Verlag 2013.
- [37] Heckmann, M., Zoltan, G., Huber, S., Kammerloher, T. und Bernhardt, H.: Entwicklung eines Prüfstandes für Fahrtriebssysteme in mobilen Arbeitsmaschinen. Landtechnik 68 (2013) H. 6, S. 415-419.
- [38] Heckmann, M. und Bernhardt, H.: Comparative analysis of hydrostatic and electric rear axle traction drives, including in-field-tests. In [9], S. 137-142.
- [39] Wöbcke, S., Lindner, M. und Herlitzius, T.: Systemvergleich zwischen elektrischem und hydraulischem Fahrtrieb einer selbstfahrenden Erntemaschine. In [5], S. 321-328.
- [40] Götz, M., Himmelsbach, R. und Grad, K.: Elektrifizierung bei Landmaschinen – Konzepte und praktische Erfahrungen. Antriebstechnisches Kolloquium 2013, 19./20.03.2013, Aachen, Tagungsband, S. 277-292.
- [41] Wöbcke, S., Herlitzius, T., Schuffenhauer, U., Michalke, N., Seyfarth, J., Hornberger, P., Mörtl, F. und Müller, M.: Elektrifiziertes Antriebssystem für Mähdrescherschneidwerke. In [8], S. 41-50.
- [42] Tilly, T.: Keilriemenantriebe - genug Potential für zukünftige Großmähdrescher? In [8], S. 51-58.
- [43] Furmaniak, J. und Tilly, T.: Entwicklung eines modularen Antriebstechnikbaukastens am Beispiel eines Vorsatz- und Einzugsantriebes für eine moderne Mähdrescherbaureihe. In [5], S. 291-297.
- [44] Müller, C., Böttinger, S. und Anderl, T.: Process dependent load and power spectra of combine harvester drives. In [9], S. 169-174.
- [45] Müller, C., Häberle, S., Böttinger, S. und Anderl, T.: Lastkollektive von Mähdrescherantrieben für spezifische Teilaufgaben beim Mähdrusch. In [8], S. 33-40.
- [46] Müller, C., Böttinger, S. und Anderl, T.: Untersuchungen zum Leistungsbedarf und zur Leistungsverteilung bei Mähdreschern. In [5], S. 285-290.
- [47] Brockmann, M. und Brandhofe, K.: Entwicklung eines Kühlkonzeptes unter Berücksichtigung spezieller Anforderungen eines Mähdreschers. In [5], S. 271-275.
- [48] Berberich, J., Risius, H., Huth, M. und Hahn, J.: Investigation of continuous imaging analysis of grain quality on a combine harvester. In [4], Paper C0485.
- [49] Mümken, P., Baumgarten, J. und Böttinger, S.: Basic study of broken grain – Why, how and when breaks the grain? In [9], S. 351-357.
- [50] Zhao, Z., Li, Y., Liang, Z. und Gong, Z.: DEM simulation and physical testing of rice seed impact against a grain loss sensor. Biosystems Engineering 116 (2013) S. 410-419.
- [51] Buerano, J., Zalameda, J. und Ruiz, R.S.: Microphone system optimization for free fall impact acoustic method in detection of rice kernel damage. Computers and Electronics in Agriculture 85 (2012) S. 140-148.

- [52] Delwiche, S.R., Yang, I.-C. und Graybosch, R.A.: Multiple view image analysis of freefalling U.S. wheat grains for damage assessment. *Computers and Electronics in Agriculture* 98 (2013) S. 62-73.
- [53] Lenaerts, B., Missotten, B., De Baerdemaeker, J. und Saeys, W.: LiDaR sensing to monitor straw output quality of a combine harvester. *Computers and Electronics in Agriculture* 85 (2012) S. 40-44.
- [54] Mümken, P., Böttinger, S. und Baumgarten, J.: Computerunterstützte photooptische Partikelanalyse – Erweiterung der Messaufgaben im Bereich der Erntetechnik. In [5], S. 467-473.
- [55] Rechberger, C., Prankl, J., Obernberger, G., Handler, F. und Prankl, H.: Automated particle length distribution analysis of forage materials by means of computer vision. In [4], Paper C0661.
- [56] Rechberger, C., Prankl, J., Obernberger, G., Handler, F. und Prankl, H.: Automatisierte Bestimmung der Partikellängenverteilung von Grassilagen anhand bildanalytischer Methoden. In [5], S. 257-262.
- [57] Savoie, P., Audy-Dubé, M.-A., Pilon, G. und Morissette, R.: Chopped forage particle size analysis in one, two and three dimensions. *ASABE Paper No.* 131620148.
- [58] Eggerl, A., Bösch, H., Bruns A. und Wöbcke, S.: Model-based development of control algorithms for optimizing combine processes In [8], S. 59-68.
- [59] Oduori, M.F., Mbuya, T.O., Sakai, J. und Inoue, E.: Kinematics of the tined combine harvester reel. *Agric. Eng. Int.: CIGR Journal* 14 (2012) H. 3, S. 53-60.
- [60] Odouri, M.F., Mbuya, T.O., Sakai, J. und Inoue, E.: Modeling of crop stem deflection in the context of combine harvester reel design and operation. *Agric. Eng. Int.: CIGR Journal* 14 (2012) H. 2, S. 21-28.
- [61] Xu, L.: Theoretical Analysis and Finite Element Simulation of a Rice Kernel Obliquely Impacted by a Threshing Tooth. *Biosystems Engineering* 114 (2013), S. 146-156
- [62] Mümken, P., Baumgarten, J. und Böttinger, S.: Stoßzahlermittlung von Weizen bei hohen Aufprallgeschwindigkeiten. In [8], S. 19-26.
- [63] Frerichs, L., Jünemann, D. und Kattenstroth, R.: Prozesssimulation von Halmgütern mittels der Diskreten Elemente Methode (DEM). In [5], S. 371-377.
- [64] Hanke, S., Kattenstroth, R. und Frerichs, L.: Ausrichtung von Halmgut vor dem Mähdrescherhäcksler - Ergebnisse aus Simulation und Prüfstandsversuchen. In [8], S. 13-18.
- [65] Jünemann, D., Kemper, S. und Frerichs, L.: Prozesssimulation von Halmgut – Einsatzmöglichkeiten der Diskrete-Elemente-Methode. *Landtechnik* 68 (2013) H. 3, S. 164-167
- [66] Lenaerts, B., Tijssens, E., De Baerdemaeker, J. und Saeys, W.: Simulation of grain-straw separation by a discrete element approach with bendable straw particles. In [4], Paper C0861.
- [67] Lenaerts, B., Aertsen, T., Tijssens, E., De Ketelaere, B., Ramon, H., De Baerdemaeker, J. und Saeys, W.: Simulation of grain-straw separation by Discrete Element Modeling

- with bendable straw particles. Computers and Electronics in Agriculture 101 (2014), S. 24-33.
- [68] Schwarz, M., Pfortner, J., Mümken, P. und Böttinger, S.: Gutbewegungsvorgänge auf dem Vorbereitungsboden, Erfahrungen mit der DEM Software PASIMODO. In [5], S. 363-369.
- [69] Ni, K., Du, X., Chen, S., Chen, J. und Zhao, Y.: Study on grain distribution in a cross-flow grain separation chamber based on the Discrete Element Method. ASABE Paper No. 131586216.
- [70] Pfortner, J. und Böttinger, S.: Validierungsstrategie für DEM-Modelle von Mähdrescherbaugruppen. In [8], S. 27-32.
- [71] Bölling, R., Diekhans, S. und Westphal, O.: Einsatz der numerischen Strömungssimulation bei der Entwicklung von Erntemaschinen. In [5], S. 387-395.
- [72] Li, H., Li, Y., Gao, F., Zhao, Z. und Xu, L.: CFD-DEM simulation of material motion in air-and-screen cleaning device. Computers and Electronics in Agriculture 88 (2012), S.111-119.
- [73] Korn, C., Hübner, R., Herlitzius, T., Rüdiger, F. und Fröhlich, J.: Numerische Untersuchung der Luftströmung in der Reinigungseinrichtung von Mähdreschern. Landtechnik 68 (2013) H. 2, S. 83-88.
- [74] Korn, C., Herlitzius, T. und Rüdiger, F.: Numerische Untersuchung der Luftströmung in der Reinigungseinrichtung des Mähdreschers. In [5], S. 379-386.
- [75] Biggerstaff, J. und Secrest, R.: Cleaning shoe airflow distribution measurement method. In [9], S. 339-344.
- [76] Farmanesh, A. und Shamsi, M.: Experimental method to estimate crop density by laser beam. In [4], Paper C1817.
- [77] Heitmann, C. und Baumgarten, J.: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zu einer auf CEMOS basierenden Optimierung eines Mähdreschers. In [5], S. 277-283.
- [78] Kim, C.H., Kim, M.H., Baek, G.Y., Park, T.J., Kim, M.I. und Kim, H.T.: Sound insulation impact in the combine cabin. In [4], Paper C1959.
- [79] Engelhardt, D., Zimmermann, N. und Bernhardt, H.: Organisation der Getreideernte - Einflussfaktoren und Chancen. In [6], S. 71-80.
- [80] Dölger, D. und Schuppenhauer, H.: Thema: Körner und Daten Ernten. In [6], S. 91-97.
- [81] Zhang, Z., Noguchi, N. und Ishii, K.: Development of a combine harvester model for navigation simulation. In [4], Paper C0018.
- [82] Reinecke, M., Grothaus, H.-P., Hembach, G., Scheuren, S. und Hartanto, R.: Dynamic and distributed infield-planning system for harvesting. ASABE Paper No. 131574280.
- [83] Reinecke, M., Schäperkötter, C., Grothaus, H.-P., Stiene, S., Hartanto, R. und Scheuren, S.: Dynamisches, verteiltes Infield-Planungssystem für die Getreideernte. In [5], S. 127-132.
- [84] Steckel, T. und Griepentrog, H.W.: Dynamisch adaptive Systemarchitektur zur Optimierung der Prozesssteuerung am Beispiel der Getreideernte. In [8], S. 129-138.
-

- [85] Fillingham, R., Blackmore, S., Clare, D., White, D. R. und Korte, H.: Measuring and modeling the greenhouse gas emissions of grain harvesting systems. In [9], S. 379-386.
- [86] von Toll, C. und Meyer, H.J.: Energieorientierte Analyse in der Getreideproduktion. Landtechnik 68 (2013) H. 5, S. 327-332.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Böttinger, Stefan: Mähdrescher. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2014. S. 1-14

Zitierfähige URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055024>

Link zum Beitrag

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/154.html>

Kartoffeltechnik

Michael Klindtworth und Johannes Sonnen,
Grimme Landmaschinenfabrik GmbH & Co. KG

Kurzfassung

Der weltweite Anbau und die Ernte von Kartoffeln sind von zunehmender Mechanisierung und Professionalisierung geprägt. Die Bodenbearbeitung erfordert größere Arbeitsbreiten für mehr Schlagkraft. Bei Legemaschinen stehen die Ablagegenauigkeit der Knollen bei höheren Fahrgeschwindigkeiten und die Verteilung der Knollen auf der Fläche zur Diskussion. Weiterentwickelte elektronische Assistenzsysteme entlasten den Fahrer bei Routinearbeiten. Während der Feldarbeit im Frühjahr gilt dies besonders für komplexe Maschinen, mit denen in einer Überfahrt mehrere Arbeitsgänge kombiniert werden. Bei der Ernte der Kartoffeln stehen sowohl einzelne technische Komponenten als auch die Kombination von Gerät und Traktor zu einer intelligenten Einheit im Fokus der Entwicklungen. Erstmals wird ein neues pneumatisches Trenngerät auf einem gezogenen Kartoffelvollernter vorgestellt, mit dem sowohl die Trennleistung als auch die Produktschonung verbessert werden sollen.

Schlüsselwörter

Kombinierte Arbeitsverfahren, 3-reihiger Anbau, Kartoffelernte, pneumatisches Trenngerät (AirSep), angereichertes Ernteverfahren, absetziges Ernteverfahren, Einlagerung von Kartoffeln

Potato Technology

Michael Klindtworth und Johannes Sonnen,
Grimme Landmaschinenfabrik GmbH & Co. KG

Abstract

The global production and harvest of potatoes is characterized by an increase of mechanization and more and more professional growers. Technical developments lead to larger machines, especially for tillage and the combination of several steps in planting. With respect to harvest and storage, the technical developments focus on optimization of the whole production chain and components. For the first time a new pneumatic separator is shown on a two-row trailed harvester.

Keywords

3-row planting systems, electronic assistance systems, combined tillage planting machines, pneumatic separator (AirSep), logistics, storage and handling equipment

Einführung

Die Kartoffel ist eine der wichtigsten Kulturen für die Ernährung des Menschen. In vielen Ländern nehmen sowohl der Konsum als auch der Qualitätsanspruch zu. Dies führt zu einer verstärkten Mechanisierung des Kartoffelanbaus und damit auch zu neuen Anforderungen an die Technik. Im internationalen Vertrieb dominieren nach wie vor europäische und nord-amerikanische Hersteller. Trotz Veränderungen bei einzelnen Herstellern ist deren Anzahl insgesamt nahezu unverändert. Durch Allianzen im internationalen Vertrieb können sich auch kleinere Hersteller gegenüber dem Kunden als "Full-Liner" mit einer breiten Produktpalette präsentieren. Die zunehmende Spezialisierung bei den Kartoffel anbauenden Betrieben führt dazu, dass auch weiterhin die Rationalisierung und Leistungssteigerung in allen Bereichen im Vordergrund der technischen Entwicklungen steht. Ausgewählte Beispiele sollen nachfolgend vorgestellt werden.

Technik zum Legen und Pflegen der Kartoffel

Legetechnik

Die auf der Agritechnica 2013 "neu" vorgestellte Knollenablage in 3 Reihen in einem gemeinsamen (separierten) Beet (**Bild 1**) wurde bereits in den 60er Jahren diskutiert [5]. Obwohl schon damals qualitative und ökologische Vorteile beschrieben wurden, fand das Verfahren keine Verbreitung, weil die notwendige Erntetechnik mit Aufnahmeweiten von 150 bis 170 cm und die dafür erforderliche Traktorleistung in der Praxis kaum verfügbar waren. Inzwischen gewinnt es international besonders für "salads" (kleine, gleichmäßige Speisekartoffeln) an Bedeutung.

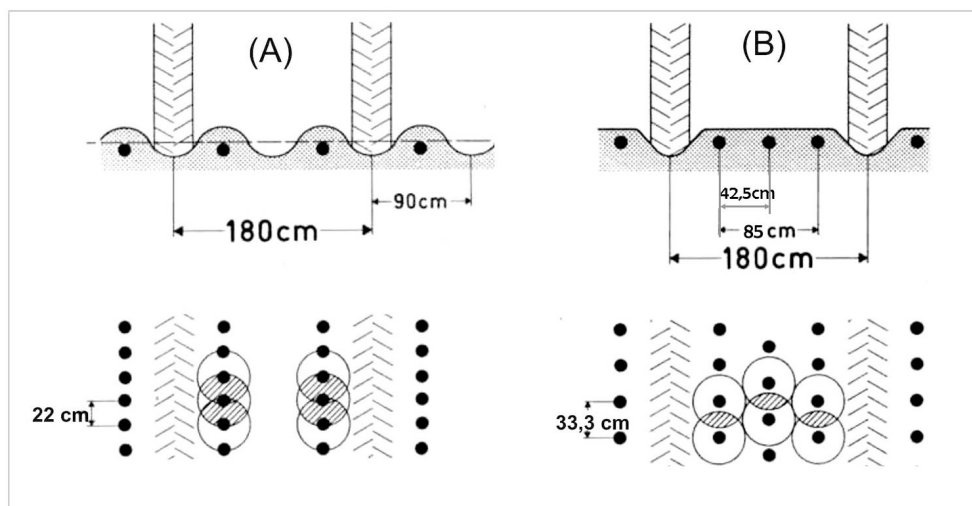


Bild 1: Schematische Darstellung der Knollenverteilung beim 2-reihigen Anbau in Dämmen (A) und beim 3-reihigen Anbau im Beet (B) bei einer Spurweite von 180 cm und einer Legedichte von 500 Knollen/100 m² (verändert nach [5])

Figure 1: Schematic view and comparison of the individual place of tubers in 2-row (A) and 3-row-bed (B) planting systems at a track width of 180 cm and 500 tubers/100m² (modified [5])

Die Technik für eine gezielte Ablage der Knollen mit variablem Pflanzabstand in der Reihe, so genanntes "Section Control", ist sowohl für Becher- als auch für Riemenlegemaschinen verfügbar. Unter Verwendung von Positionsdaten kommt der geregelte Einzelreihenantrieb vor allem bei der Anlage von Fahrgassen und dem kontrollierten, reihenabhängigen Ein- und Aussetzen entlang einer virtuellen Linie (u.a. auf keilförmigen Flächen) zum Einsatz. Weitergehende Entwicklungen, bei denen sowohl die Pflanzendichte als auch die Düngung teilflächenspezifisch realisiert werden, haben bisher kaum Eingang in die Praxis gefunden.

Kombinierte Arbeitsverfahren, Pflanzenschutz und Reihendüngung

Vor dem Hintergrund weiter zunehmender Traktorleistungen veranschaulicht **Bild 2 A-C** zwei Tendenzen bei der Rationalisierung der Anbautechnik von Kartoffeln. Einerseits nehmen die Arbeitsbreiten der Maschinen zu und überschreiten dabei die bisher im westeuropäischen Straßenverkehr üblichen Maße von maximal 3,30 m. Als Konsequenz werden vermehrt Klapp- und Faltmechanismen bei 8-reihigen Bodenbearbeitungsgeräten (Bild 2 A) oder 8-reihigen Legemaschinen (Bild 2 B) für die Straßenfahrt angeboten. Andererseits gewinnt die Kombination von Arbeitsgängen weiter an Bedeutung. Mehrere Hersteller bieten inzwischen Maschinen an, bei denen eine Komponente der aktiven Bodenbearbeitung (Fräse, Kreiselegge, Kreiselgrubber) vor der eigentlichen Knollenablage integriert ist. Dies gilt sowohl für angehängte als auch für Maschinen, die im Heck getragen werden. Inzwischen gibt es aufgesattelte 8-reihige Legemaschinen mit integrierter Bodenbearbeitung (Bild 2 C).



Bild 2 A-C: Für die Straßenfahrt klappbare, 8-reihige Technik für die Bodenbearbeitung und für das Legen von Kartoffeln (Bild 2 A [6]; 2 B [7]; 2 C [9])

Figure 2 A-C: 8-row foldable technology for tillage and planting of potatoes (2 A [6]; 2 B [7]; 2 C [9])

Neben der mechanischen Kombination von Bodenbearbeitung und Legen gewinnt die "multiple-application" aus Flüssigbeizung der Knolle, Furchenbehandlung und Reihendüngung unter der Knolle an Bedeutung. Die besondere technische Herausforderung liegt in der kontrollierten Ausbringung trockener und flüssiger Dünge- und Pflanzenschutzmittel bei vergleichsweise hohen Fahrgeschwindigkeiten.

Der chemische Pflanzenschutz wird im Nachauflauf zunehmend durch mechanische Maßnahmen unterstützt. Dazu kommen derzeit vor allem schälende und schneidende Werkzeuge zum Einsatz, die mit Messern mit einer Arbeitstiefe von ca. 10-15 mm an der Dammflanke arbeiten. Die Führung erfolgt dabei über Tasträder.

Mehrjährige Feldstudien haben gezeigt, dass Kompost zur Reduzierung von *Rhizoctonia solani* eingesetzt werden kann [3]. Um die Aufwandmenge des Kompostes zu reduzieren, wird dieser nicht ganzflächig, sondern nur im unmittelbaren Umfeld der Knolle in Reihe ausgelegt. Hierzu wird erstmals eine kommerzielle, 4-reihige Pflanzmaschine mit Vorratsbehälter für Kompost vorgestellt [7].

Erntetechnik

Kartoffeln werden für unterschiedliche Verwendungszwecke angebaut. In Abhängigkeit der späteren Verwertung (u.a. Speise-, Stärke- oder Veredlungskartoffel) steht bei der Ernte entweder die Produktqualität (v.a. bei Speisekartoffeln) oder eher die Flächenleistung und damit die Quantität (v.a. bei industrieller Weiterverarbeitung) im Vordergrund.

Weiterentwicklung von Arbeitsverfahren bei der Kartoffelernte

Aus der Praxis ist ein vermehrtes Interesse an geteilten oder angereicherten Ernteverfahren zu verzeichnen. In beiden Fällen kommen zwei- oder vierreihige Schwadleger zum Einsatz. Beim geteilten Ernteverfahren werden die Kartoffeln zunächst aus dem Damm gerodet, dann oberflächlich abgelegt und nach einer Abtrocknungsphase von der eigentlichen Erntemaschine aufgenommen. Das Verfahren ermöglicht eine deutliche Verbesserung der Lager Eigenschaften.

Beim angereicherten Ernteverfahren werden die Knollen aus zwei oder vier Reihen gerodet und zwischen zwei bzw. vier ungerodeten Dämmen abgelegt. Im zweiten Arbeitsschritt werden dann die oberflächlich abgelegten und die noch im Damm befindlichen Kartoffeln gemeinsam von der Erntemaschine aufgenommen. Neben herkömmlichen Schwadlegern mit seitlicher Ablage werden auch geschobene Modelle für die Fronthydraulik des Rodetraktors ("Frontroder") angeboten. Die Hersteller der Frontroder bieten zwei verschiedene Bauweisen an. Meist werden mittig zwei Reihen gerodet, die von einem seitengezogenen Roder aufgenommen werden (**Bild 3**).

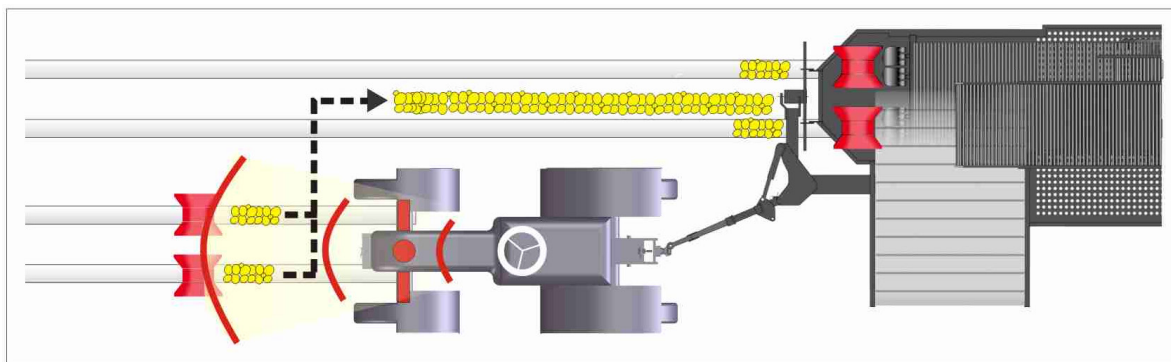


Bild 3: Schematische Darstellung des angereicherten Ernteverfahrens mit einem 2-reihigen Roder im Frontanbau und einem 2-reihigen seitengezogenen Roder unter Berücksichtigung der Problematik von Lenkbewegungen.

Figure 3: Schematic view on an enriched harvesting system 2 in 2 rows. The tractors pushes a 2-row winrower in the front and pulls a 2-row off-set harvester in the back. The difficulties of steering along the row and the risk of damaged potatoes are indicated.

Alternativ werden frontseitig jeweils eine Reihe links und rechts außen gerodet und in der Mitte unter dem Traktor zwischen den beiden ungerodeten Reihen zusammengeführt. Im angereicherten Verfahren werden dann mit einem mittig gezogenen Roder ebenfalls insgesamt 4 Reihen aufgenommen. Bauartbedingt verfügen die kurzen Frontroder nur über eine sehr begrenzte Siebleistung. Außerdem reagieren sie auf Grund der gegebenen Kinematik stark auf Lenkbewegungen des Traktors, so dass das Risiko von Damm- und Knollenbeschädigungen steigt (Bild 3). Nichtsdestotrotz ergibt sich durch das angereicherte Ernteverfahren bei Verwendung einer zusätzlichen, vergleichsweise einfachen Erntemaschine eine Verdopplung der Erntemenge in einer Überfahrt.

Trenngeräte für die Kartoffelernte

Mit zunehmendem Durchsatz in den Maschinen steigen auch die Anforderungen an die Trenngeräte. Erstmals wurde ein pneumatisches Trenngerät für Steine und feuchte Kluten auf einem 2-reihigen gezogenen Kartoffelvollernter gezeigt, dass nicht saugend, sondern drückend arbeitet [9]. Pneumatische Verfahren haben generell den Vorteil verbesserter Produktschonung bei hohen Durchsätzen. Im Vergleich zu den bisher aus Nordamerika bekannten saugenden Verfahren (so genannte "AirHeads") ist der Leistungsbedarf des neuen "AirSep" deutlich reduziert [9]. Bei dem neuen Trenngerät werden die Kartoffeln und Steine vom 2. Siebband (**Bild 4**, A) auf das Trenngerät übergeben. Ein Druckgebläse (B) bläst Luft von unten durch einen perforierten, oszillierenden Förderboden (C) und hebt die Kartoffeln damit aus dem Gutstrom. Die schweren Steine und große feuchte Kluten rutschen auf dem Förderboden in Richtung Beimengen-Abfuhrband (D) während die Kartoffeln in Richtung Verlesetisch (E) weitergefördert werden. Leichte Krautteile werden nach oben ausgeblasen.

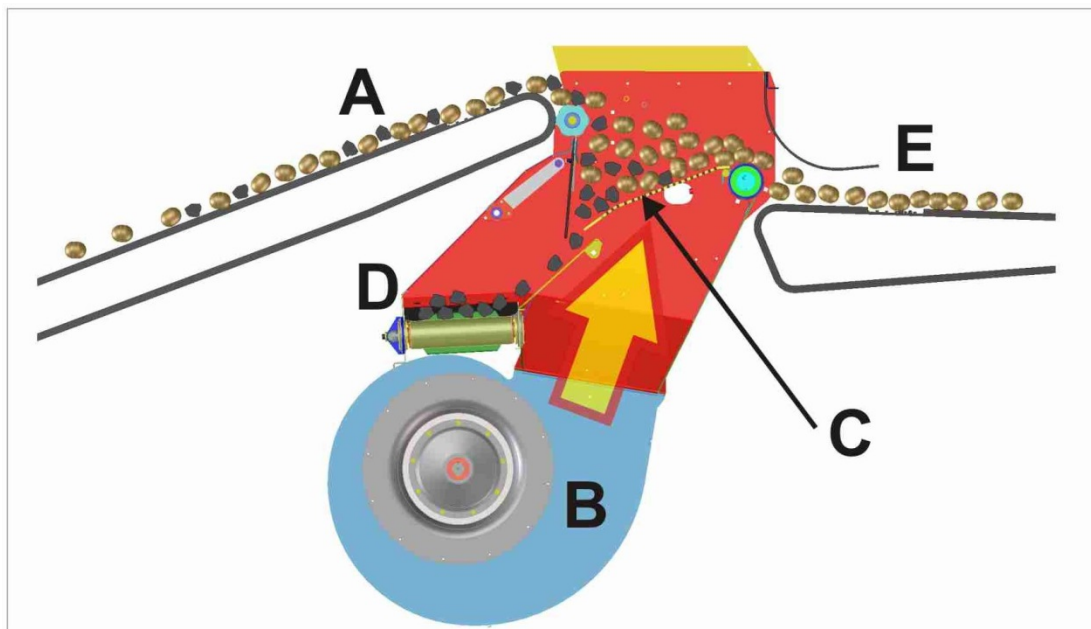


Bild 4: Funktionsprinzip des pneumatischen Trenngerätes "AirSep" (verändert nach [9])

Figure 4: Principle of the pneumatic separator "AirSep" (modified [9])

Als weitere Messeneuheit wurde eine 2-reihige Erntemaschine vorgestellt, bei der alle Trenngeräte und Siebbänder hydraulisch angetrieben werden, so dass Drehzahlen gezielt an die jeweiligen Erntebedingungen angepasst werden können. Besonderheit der Maschine ist eine hydraulisch nach außen verschiebbare Achse für die Feldarbeit bei gleichzeitiger Einhaltung einer Maschinenbreite von 3 m bei Straßenfahrt [11].

Hydraulische Antriebe haben sich in der Landtechnik insgesamt sehr bewährt. Häufig weisen sie jedoch im Vergleich zu mechanischen Antrieben schlechtere Wirkungsgrade auf. Um diesen Nachteil zu reduzieren, wurden diverse Versuche mit elektrischen Antrieben unternommen, denn sie gelten als besonders effizient. Im Gegensatz zur Verwendung bei anderen Erntemaschinen (u.a. Feldhäcksler, Mähdrescher) konnten die Erwartungen zur Verbesserung der Wirkungsgrade bei der Kartoffelernte bisher nur beschränkt bestätigt werden [1]. Der Autor sieht außerdem noch erhebliches Potential in der Verbesserung der Dauerbelastbarkeit der Technik, der Energiedichte und bei den Beschaffungskosten. Es ist zu erwarten, dass diese insgesamt vielversprechende Technik erst dann stärkere Verbreitung findet, wenn sich die Hersteller der Elektroantriebe und die Hersteller der Landtechnikbranche auf umfassende Standards geeinigt haben und die einzelnen Komponenten harmonisch auf einander abgestimmt und preiswerter verfügbar sind.

Elektronikeinsatz

Moderne Kartoffeltechnik ist ohne den Einsatz von Elektronik nicht mehr vorstellbar. Dabei wird die Sensorik der angebauten/ angehängten Maschine immer stärker mit den Regelmechanismen des Traktors vernetzt [4]. Dies bezieht die Front- und Heckhydraulik, geförderte Ölmengen und Zapfwelldrehzahl genauso mit ein wie Vorfahrtgeschwindigkeit und Wendemanöver am Vorgewende. Für effektives Traktor-Implement-Management (TIM) gibt es gerade im Bereich des Kartoffelbaus zahlreiche gut funktionierende Beispiele. So stehen angebaute Legemaschinen zur Verfügung, bei denen ein Sensor im Bereich des Dammformbleches die Erde davor erfasst, um die Bearbeitungstiefe der Bodenbearbeitung unabhängig vom Füllstand des Pflanzgut-Vorratsbehälters zu regeln.

Bei Erntemaschinen übernehmen mehrere aufeinander abgestimmte Sensoren (u.a. Füllstand des 1. Siebbandes, Schlupfüberwachung am 2. Siebband und Auslastung der Trenngeräte) die Regelung der Vorfahrtgeschwindigkeit und die Regelung der Banddrehzahl im Trenngerät. Mechanische Tasteinrichtungen, die die Kontur und die Richtung der Dämme erfassen, entlasten den Fahrer von Routinearbeiten und übernehmen schon heute das Lenken entlang der Reihe. In der Summe sind so bereits heute "modulare Selbstfahrer" [4] verfügbar, bei denen ein moderner Traktor mit der angehängten Erntemaschine zu einer Systemeinheit vernetzt wird.

Die Praxis zeigt, dass vom Menschen gesteuerte Gespanne vorwiegend defensiv betrieben werden, um mögliche Verstopfungen der Trennorgane und damit Stillstandzeiten präventiv zu vermeiden. Elektronisch geregelte Gespanne bzw. die oben beschriebene Ausbaustufe zum "modularen Selbstfahrer" (**Bild 5**) nutzen die noch verfügbaren technischen Leistungsreserven besser aus und können so ohne großen Aufwand zu einer deutlichen Leistungssteigerung während der Erntesaison beitragen. Voraussetzung ist, dass die verfügbare

Elektronik und der Datenaustausch in standardisierten Formaten (u.a. ISO 11783) auch zukünftig weiter von allen Beteiligten vorangetrieben werden.

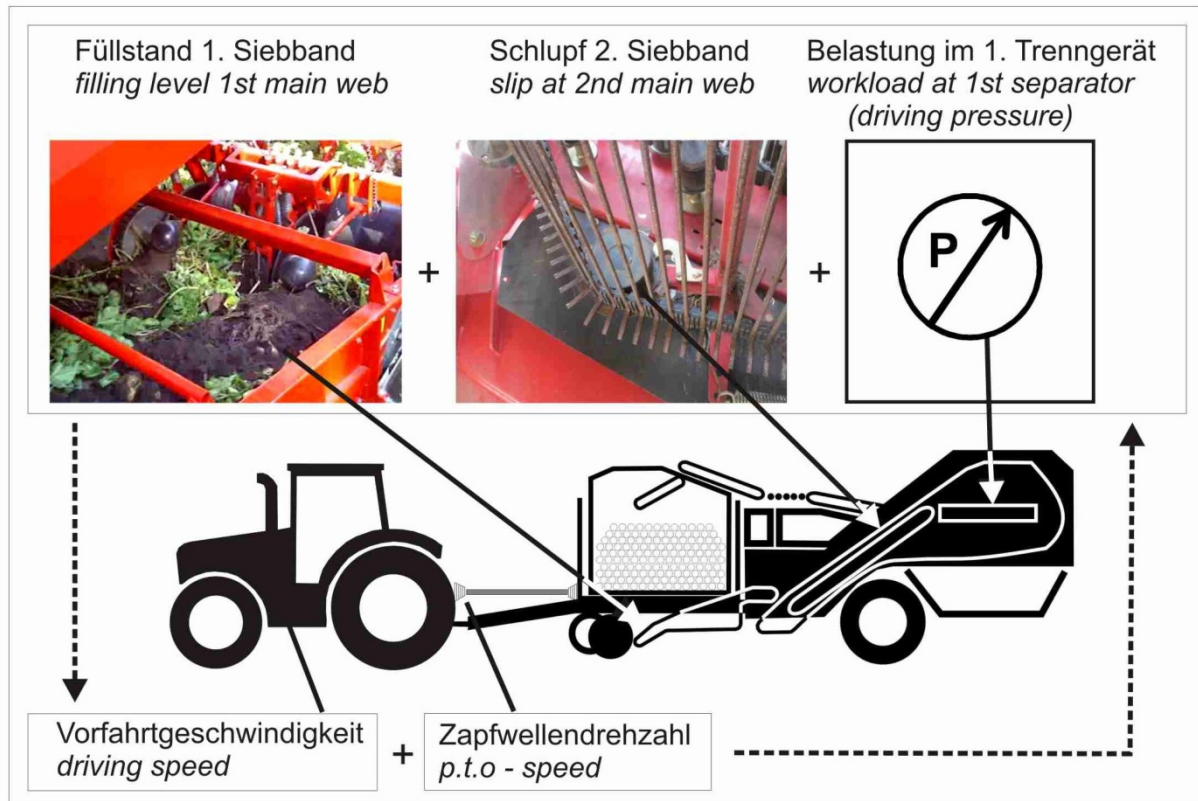


Bild 5: Positionierung der Sensoren zur Bestimmung der Vorgabe von Fahrgeschwindigkeit und Zapfwellendrehzahl

Figure 5: Positioning the sensors to determine the standard travelling speed and p.t.o speed

Zusammenfassung

Die Technik zum Anbau und für die Ernte von Kartoffeln hat in den letzten Jahren eine rasante Entwicklung erfahren. Der vorliegende Beitrag geht auf ausgewählte technische und verfahrenstechnische Weiterentwicklungen ein. Im Bereich der Frühjahrstechnik werden größere Arbeitsbreiten bei Bodenbearbeitung und Pflanztechnik vorgestellt. Mit der 3-reihigen Ablage im (separierten) Beet wird eine pflanzenbaulich attraktive Verteilung der Knollen auf der Fläche neu belebt. Die inzwischen gute Verfügbarkeit 2-reihiger Erntetechnik kann zur Verbreitung dieser "neuen" Technik beitragen.

Für die schonende Trennung von Kartoffeln und Steinen bei der Ernte wird ein neues, pneumatisches Trennverfahren vorgestellt. Weiterhin werden Maschinenkonzepte für das absetzige und angereicherte 2- bis 4-reihige Ernteverfahren vorgestellt und einordnend bewertet. Abschließend geht der Beitrag darauf ein, wie moderne Traktoren und angekoppelte Maschinen auf der Basis standardisierter Elektronik effektiv vernetzt werden können.

Literatur

- [1] Niemöller, B. [2013]: Elektrische und hydraulische Triebachsen im Vergleich. In: Jetter Mobilitätstagung 2013, Ludwigsburg 2013. Zitiert in: Breu, W. Pichlmaier, B. und Szajek, A. Electrification of tractors - challenges und strategies. Proceedings of the conference: Agricultural Engineering Hannover 8. - 9. November 2013. LAND. TECHNIK 2013. VDI-Verlag Düsseldorf 2013. ISBN 978-3-18-092193-8. S. 9- 14
- [2] Peters, R. [2013]: Aktuelle Kartoffeltechnik - Lösungen für unterschiedliche Einsatzbedingungen. In: Kartoffelbau Heft 11/2013, S. 8-12
- [3] Schulte-Geldermann, E.; Bruns, C.; Heß, J. und Finckh, M.R. [2009]: Einfluss von ligninhaltigen Komposten und Pflanzengesundheit auf den Befall mit Rhizoctonia solani bei Kartoffeln. In: Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, ETH Zürich, 11.-13. Februar 2009
- [4] Sonnen, J. und Schweers, A. [2013]: A modular self-propelled semi-autonomously potato harvester. Proceedings of the conference: Agricultural Engineering Hannover 8. - 9. November 2013. LAND. TECHNIK 2013. VDI-Verlag Düsseldorf 2013. ISBN 978-3-18-092193-8. S. 433-438
- [5] Spiess, E. und Heusser, J. [1994]: Beetanbau: Eine Alternative im Kartoffelbau? FAT-Berichte Nr. 444; Hrsg.: Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT) Tänikon, Schweiz
- [6] <http://www.grimme.com/de/products/bodenbearbeitung/gf-800>
- [7] <http://www.grimme.com/de/products/legetechnik/gl-860-compacta>
- [8] <http://www.grimme.com/de/news/kompoststreuer-fuer-kartoffellegemaschinen.103.html>
- [9] <http://www.grimme.com/de/news/neuartiges-beimengentrenngerat-airsep-fuer-kartoffelroder.94.html>
- [10] <http://www.heiss-technik.de>, Produktinformationen
- [11] <https://www.ropa-maschinenbau.de/product/ropa-keiler-2>

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Klindtworth, Michael; Sonnen, Johannes: Kartoffeltechnik. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2014. S. 1-8

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055026>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/148.html>

Technik in der Rinderhaltung

Georg Wendl,

Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Kurzfassung

Unter den gegebenen Bedingungen wird in der Milchviehhaltung der Strukturwandel hin zu größeren Beständen weiter anhalten. Daher werden verstärkt automatisierte Verfahren für die verschiedenen Tätigkeiten eingesetzt. Für die automatische Fütterung wird das Marktangebot ständig erweitert. Auch der Trend zum automatischen Melken in mittleren Herdengrößen, allerdings mit regionalen Unterschieden, geht weiter. Für große Herden wurde inzwischen in Europa das erste kommerzielle automatische Karussell installiert. Bei der sensorgestützten Tierüberwachung besteht weiterhin Entwicklungs- und Optimierungsbedarf. Sensorsysteme zur Mastitis- und Brunsterkennung sind in Entwicklung und Verbreitung schon weiter fortgeschritten als Sensorsysteme zur Erkennung von Lahmheiten und Stoffwechselproblemen. Die Indoor-Ortung von Kühen ist noch in der Entwicklungs- und Testphase, es werden jedoch erste kommerzielle Systeme angeboten.

Schlüsselwörter

Automatisierung, Milchvieh, Fütterungstechnik, Melktechnik, Sensoren, Ortung

Machinery and Techniques for Cattle Husbandry

Georg Wendl,

Institute for Agricultural Engineering and Animal Husbandry, Bavarian State Research Center for Agriculture

Abstract

Considering the given conditions, the structural change in dairy farming will continue. Therefore, automated techniques are increasingly used for different tasks. The offered range of systems for automatic feeding is being continuously expanded. The tendency to automatic milking of medium-sized herds continues, but with regional differences. For large herds, the first commercial automatic rotary was installed in Europe. The sensor-based animal monitoring needs further development and optimization. Sensor systems for mastitis and estrus detection are in a more advanced development stage than sensor systems for detection of lameness and metabolic problems. The indoor positioning of cows is still in a development and test phase, but first commercial solutions are available.

Keywords

Automation, dairy cow, feeding techniques, milking techniques, sensors, localisation

Allgemeine Rahmenbedingungen

Die Milchquotenregelung, die als staatliches Instrument der Mengensteuerung 1984 in Kraft getreten ist, läuft nach 31 Jahren zum 31.03.2015 aus. Trotz der strukturkonservierenden Wirkung der Milchquote konnte dadurch der Strukturwandel in der Milchviehhaltung nicht verhindert werden. So sind seit Einführung der Milchquote in der EU fünf von sechs Milcherzeugern aus der Produktion ausgeschieden. Mit dem Wegfall der Milchquote wird sich der Strukturwandel weiter fortsetzen [1; 2]. Prognosen für Deutschland besagen, dass von derzeit 80.000 Betrieben [3] in 10 Jahren nur noch etwa 50 % der Betriebe Milch erzeugen und dann etwa 10.000 Betriebe mit einer Bestandsgröße von über 100 Kühen mehr als 50 % aller deutschen Kühe halten [1].

Nach dem Auslaufen der Milchquote wird es aller Voraussicht nach in der EU nicht zu einem kräftigen Mengenwachstum kommen, denn in den meisten EU-Staaten spielt die Milchquote schon seit einigen Jahren keine Rolle mehr. Nur in einigen wenigen Staaten (D, A, I, F, B, NL und DK) kommt es immer wieder zu Quotenüberlieferungen und die Milcherzeuger warten auf das Ende der Milchquote. Produktionsbegrenzend wirken in vielen intensiven Milcherzeugungsregionen Faktoren wie Flächenknappheit, gesetzliche Einschränkungen (z. B. Baugenehmigung), Arbeitskräftemangel oder konkurrierende Produktionsverfahren (z. B. Biogas). Die weitere Marktentwicklung wird entscheidend vom internationalen Handel mit Milchprodukten geprägt sein. Die Nachfrage am Binnenmarkt wächst kaum mehr, die weltweite Nachfrage nach Milch ist dagegen seit 2009 kräftig gestiegen und wird weiterhin zunehmen. Aber auch die Volatilität bei Mengen und Preisen wird steigen [2].

Von Verbraucherseite und den Tierschutzorganisationen werden höhere Anforderungen an das Tierwohl gestellt. In diesem Zusammenhang wird auch ein vermehrter Weidegang gefordert. Die ganzjährige Stallhaltung hat jedoch in vielen Gebieten die Weidehaltung aus verschiedenen Gründen zurückgedrängt. In Deutschland haben derzeit knapp 42 % der Kühe regelmäßigen Weidegang, allerdings mit großen regionalen Unterschieden. In Folge der Verbrauchervünsche haben einige Molkereien inzwischen auch eigene Weidemilchprogramme aufgelegt [4]. Die Vorzüge der Weidewirtschaft (z. B. Wohlbefinden der Kühe, geringere Grundfutterkosten, saisonale Arbeitsentlastung, geringerer Raumbedarf für Silage) sind unbestritten, aber eine verstärkte Weidehaltung ist unter unseren Bedingungen aufgrund der Flächenstruktur, der weiter wachsenden Herdengrößen, der Witterungsbedingungen etc. nur begrenzt möglich [5]. Der generelle Wunsch der Gesellschaft nach mehr Weidehaltung hat inzwischen die Forschung in verschiedenen Ländern inspiriert, neue Perspektiven für die Weidehaltung von Milchkühen zu entwickeln und deren Praxistauglichkeit zu testen [6; 7].

Fütterungstechnik

Futtermischwagen erfreuen sich seit etwa 20 Jahren bei den Rinderhaltern großer Beliebtheit. Pro Jahr werden in Deutschland ca. 2.500 gezogene und ca. 240 selbstfahrende Futtermischwagen verkauft, wobei nach wie vor das Vertikalmischsystem mit ca. 90 %

Marktanteil dominiert. Erstaunlich ist jedoch, dass nach einer DLG-Umfrage bei etwa 700 Betrieben fast zwei Drittel der Betriebe keine Leistungsgruppen bilden [8; 9].

Im Vergleich zu den verkauften Stückzahlen von Futtermischwagen ist der Verkauf von automatischen Fütterungssystemen (AFS) zwar noch gering, AFS gewinnen jedoch an Bedeutung, weil damit eine mehrmalige automatische Fütterung mit unterschiedlichen Futterrationen bei gleichzeitiger Arbeitszeiteinsparung, Arbeitserleichterung und Flexibilisierung der Arbeit möglich ist. Auch in Bullenmastbetrieben haben derartige Systeme vereinzelt schon Einzug gehalten [10]. Zu den schon bekannten Systemen wurden auf der Sima 2013 auch neue Entwicklungen, die eine automatische Fütterung mit mobilen autonomen Fahrzeugen ermöglichen, vorgestellt und mit einer Silbermedaille prämiert (Fa. Belair und Fa. Jeantil) [11]. Versuche zum Einfluss der Fütterungsfrequenz auf die Futteraufnahme haben zu keiner signifikanten Erhöhung der Futteraufnahme geführt, wenngleich eine positive Tendenz zu erkennen war. Eine deutliche Beeinflussung des Tierverhaltens (Liegedauer, Anzahl Liegeperioden, Fressdauer und Wiederkauaktivität) konnte nicht beobachtet werden [12]. Beim Einsatz von AFS ist eine aerobe Zwischenlagerung von Silagen bzw. Mischrationen notwendig, was allerdings mit dem Risiko einer Nacherwärmung der Futtermittel verbunden ist. Erste Untersuchungen zeigen, dass dabei der getrennten Lagerung der Einzelfuttermittel der Vorzug zu geben ist, da insbesondere Futtermischungen zur stärkeren Nacherwärmung neigen. Deshalb sollte auf eine gute Silagequalität geachtet werden und eine Zwischenlagerung in den Sommermonaten von länger als 24 h vermieden werden, während diese bei niedrigen Umgebungstemperaturen durchaus möglich ist [13].

Melktechnik

Der bisherige Trend zum automatischen Melken geht weiter. Die beiden großen Hersteller (DeLaval und Lely) haben bisher mehr als 22.500 Melkboxen weltweit verkauft [14; 15]. Nach Herstellerangaben werden derzeit in Deutschland bei Neuinvestitionen bei etwa der Hälfte der Betriebe automatische Melksysteme (AMS) mit durchschnittlich ca. 1,5 Melkboxen verkauft. Hauptanwender sind in erster Linie "klassische" Familienbetriebe, vor allem im Süden und Westen Deutschlands. In Schleswig-Holstein dominiert bei Neuinvestitionen eher das konventionelle Melken. In Großherden mit mehreren Hundert Milchkühen wird bisher nur vereinzelt automatisch gemolken [14]. Auf dieses Marktsegment zielen Systeme, die im Melkstand den Melkprozess automatisieren. Von der Firma DeLaval wurde Mitte 2013 in Thüringen das erste kommerzielle vollautomatische Karussell Europas in Betrieb genommen [17]. Dieses System ist als Innenmelker mit 24 Melkplätzen und fünf Roboterarmen ausgerüstet (**Bild 1**, links). Ein völlig anderes System hat die Firma GEA mit dem autonomen Melkplatzmodul DairyProQ entwickelt, das auf der EuroTier 2012 mit einer Goldmedaille ausgezeichnet wurde (**Bild 1**, rechts). Dieses Modul führt individuell an jedem Melkplatz alle tierbezogenen Arbeitsschritte beim Melken vom Ansetzen bis Abnehmen der Melkbecher vollautomatisch durch und ist in Karussell-, Fischgrät- oder Side-by-Side-Melksystemen einsetzbar [18].

Kontrovers diskutiert wird immer wieder die Form des Kuhverkehrs beim automatischen Melken. Zwei jüngere Studien kommen zu dem Schluss, dass beim selektiv gelenkten

Kuhumtrieb gegenüber einem freien Kuhumtrieb rund zwei Drittel der Kühe weniger nachgetrieben werden müssen und dass sich dadurch ein Arbeitszeitvorteil von 2 bis 4 Stunden pro Kuh und Jahr ergibt. Weiterhin lassen sich durch den Einsatz von Bypass-Toren die Zahl der Futtertischbesuche und die Fressdauer positiv beeinflussen [19; 20].

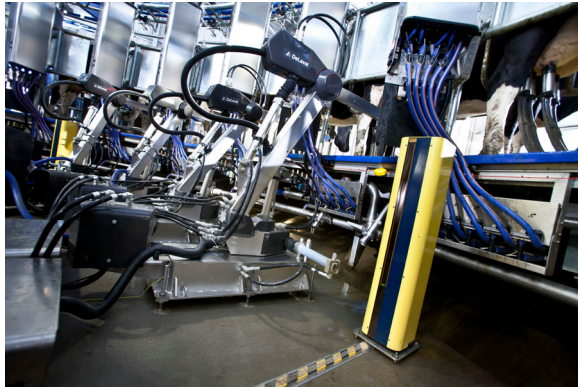


Bild 1: Automatisches Melkkarussell AMR von DeLaval, links (Bildquelle: DeLaval); autonomes Melkplatzmodul DairyProQ von GEA, rechts (Bildquelle: GEA).

Figure 1: Automatic milking rotary AMR from DeLaval, left (Source: DeLaval); autonomous milking stall module DairyProQ from GEA, right (source: GEA).

Viele Untersuchungen haben sich bisher beim automatischen Melken mit der Erkennungssicherheit von Sensorsystemen zur Detektion von Mastitis beschäftigt. Nur eine Studie hat bisher untersucht, wie die Landwirte mit den vom AMS generierten Alarmlisten umgehen. Dabei zeigte sich, dass nur 3 % der erzeugten Alarmmeldungen von den Landwirten auch tatsächlich überprüft werden mit der Konsequenz, dass 74 % der klinischen Mastitisfälle von den Landwirten nicht entdeckt wurden, obwohl eigentlich eine Alarmmeldung vorlag. Hauptgründe für die Nicht-Überprüfung durch die Landwirte sind: keine Flocken oder Pfropfen im Milchfilter, keine Veränderung der Milchmenge, Kühe mit wiederholtem Erscheinen auf der Alarmliste oder Zeitmangel [21]. Optimierungsbedarf bei der automatischen Mastitiserkennung ist also weiterhin gegeben.

Um infektiöse Eutererkrankungen zu vermeiden, sollte der Melkprozess mit einer sorgfältigen Benetzung der Zitzenhaut und des Strichkanalschließmuskels mit desinfizierenden und pflegenden Mitteln beendet werden (Dippen). Manuelle Verfahren sind jedoch arbeitsaufwändig, automatisierte Dippeinrichtungen zeigen eine sehr gute Genauigkeit und sind der Handarbeit aus Sicht der Verfahrenssicherheit und der gesamten Verfahrenskosten überlegen, wenngleich der Dippmittelverbrauch beim manuellen Verfahren etwas niedriger liegt [22].

Sensorgestütztes Gesundheitsmanagement

Seit den 1970er Jahren werden Anstrengungen zur Entwicklung von Sensoren unternommen, die tierindividuelle Parameter messen können. Startpunkt dazu war die Entwicklung von elektronischen Transpondern zur individuellen Tiererkennung. Anschließend wurden Sensoren für die Erkennung von Eutererkrankungen, Brunst,

Lahmheiten und Stoffwechselerkrankungen entwickelt. In einer Übersichtsveröffentlichung wurde nun der Stand der Entwicklung von Sensorsystemen für das Gesundheitsmanagement von Milchkühen zusammengestellt. Ausgewertet wurden dazu 126 internationale Veröffentlichungen aus den letzten 10 Jahren, die insgesamt 139 Sensorsysteme beschreiben [23].

Die meisten Studien beschäftigen sich mit der Erkennung von Mastitis (25 %), Brunst (33 %) und Lahmheiten (30 %), nur 12 % der Studien zielten auf die Erkennung von Stoffwechselproblemen. Die bisherigen Untersuchungen befassen sich ausschließlich mit der Sensortechnik im engeren Sinne, der Entwicklung von Algorithmen zur Verarbeitung der gemessenen Daten und deren Validierung. Systeme, die die Sensordaten mit anderen Informationen (z. B. ökonomische Daten) zur Erarbeitung von Empfehlungen verknüpfen, oder gar integrierte Entscheidungsunterstützungssysteme wurden noch nicht vorgestellt. Der Entwicklungsstand der beschriebenen Sensorsysteme ist sehr unterschiedlich (**Bild 2**). Die meiste Arbeit wurde bisher bei Sensoren für die Mastitis- und Brunsterkennung im Bereich Algorithmenentwicklung und Validierung (92 % bzw. 75%) durchgeführt, während bei den Sensoren zur Erkennung von Lahmheiten und Stoffwechselproblemen der Schwerpunkt noch mehr in der Sensortechnik liegt (53 % bzw. 69 %).

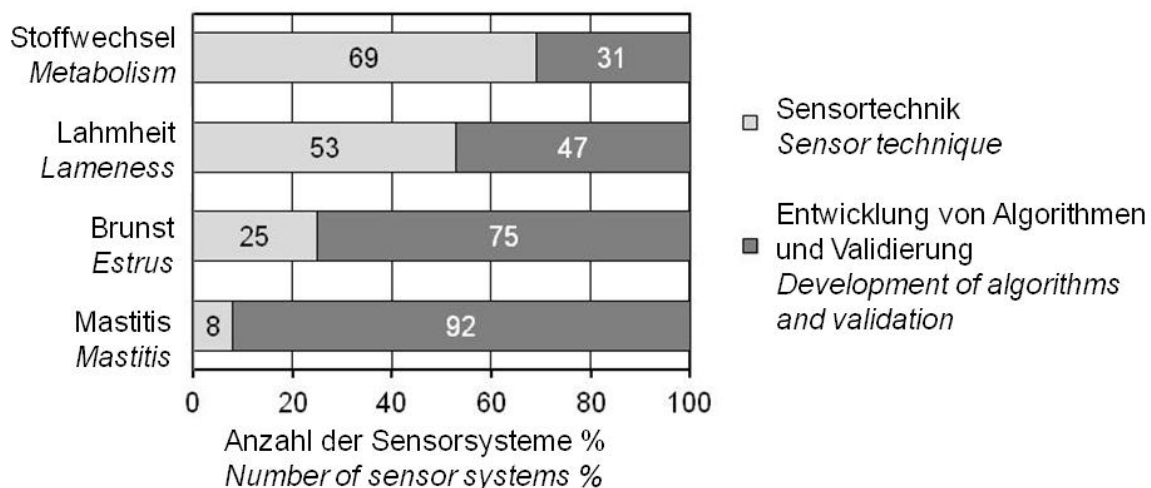


Bild 2: Zuordnung der 139 untersuchten Sensorsysteme für die Erkennung von Mastitis, Brunst, Lahmheit und Stoffwechselproblemen hinsichtlich ihres Entwicklungsstandes.

Figure 2: Allocation of 139 studied sensor systems for detection of mastitis, estrus, lameness and metabolic problems regarding their level of development.

Sensorsysteme für die Mastitiserkennung gehören bei automatischen Melksystemen zur Standardausrüstung. Deren Erkennungsgüte muss aber noch weiter optimiert werden, wobei die Frage noch offen ist, ob der Schwerpunkt auf neue Algorithmen oder neue Sensoren zu legen ist [23]. In vielen Ländern beginnen die Landwirte, automatische Brunsterkennungssysteme zu installieren. Nach Schätzungen setzen derzeit in den USA etwa 10 bis 15 % und in den Niederlanden etwa 20 % der Landwirte derartige Systeme ein [24]. Aus den Studien zur Erkennung von Stoffwechselproblemen wird deutlich, dass noch unklar ist, welcher Indikator Stoffwechselprobleme am besten widerspiegelt. Die Untersuchungen zur

Lahmheitserkennung zeigen, dass die Suche nach den geeignetsten Sensorsystemen fortgeführt werden muss [23]. Derzeit wird nur ein System (Fa. Boumatic) kommerziell am Markt angeboten [25].

Ortung von Kühen im Stall zur Optimierung des Herdenmanagements

Von einer automatisierten Positionsbestimmung von Einzeltieren im Stall wird eine deutliche Verbesserung der individuellen Tierüberwachung und des gesamten Herdenmanagements erwartet. Dazu wurden/werden sog. Real Time Location Systems (RTLS) entwickelt, die meist mit aktiven RFID Tags im höheren Frequenzbereich arbeiten. Erste kommerzielle Produkte werden zwar angeboten, es sind aber bisher nur einzelne Systeme im Feldeinsatz. Parallel laufen derzeit intensive Forschungs-, Entwicklungs- und Erprobungsarbeiten mit unterschiedlichen Technologien.

Verschiedene neuere Untersuchungen wurden mit dem Ortungssystem Ubisense Serie 7000 (Frequenzbereich 6 - 8 GHz) durchgeführt. In Feldtests konnte damit eine horizontale Genauigkeit in x- und y-Richtung von 0,5 - 1 m erreicht werden, wobei Stalleinbauten die Genauigkeit durch Signalabschattungen verschlechtern können. Mit diesen Genauigkeiten lassen sich verschiedene Aspekte des Tierverhaltens erfassen, die keine hohe Genauigkeit der Tierposition erfordern (z. B. Standortbestimmung eines Einzeltieres, Verfolgung eines Einzeltieres während des Tagesablaufs, Berechnung der Belegdichte in verschiedenen Funktionsbereichen). Zukünftig sollte jedoch auch die z-Achse mit einbezogen werden, um auch die Aktivitäten Stehen und Liegen voneinander unterscheiden zu können [26; 27; 28]. Um gegenüber Signalstörungen und Abschattungen unempfindlicher zu sein, verwendet ein anderes System niederfrequente Funkbaken, die ein kontinuierliches Signal im Bereich von 49 bis 55 kHz aussenden. Labels, die am Tier befestigt werden, messen die Empfangsstärke des Signals von den jeweiligen Funkbaken und senden diese Information mit einem UHF-Signal an eine Auswerteeinheit. Die erreichte mittlere Positionsgenauigkeit lag bei 30,5 cm mit einer Standardabweichung von 25 cm. Bei Untersuchungen mit Kälbern konnten im Vergleich zur Videobeobachtung die Verhaltensmerkmale "Aufenthalt in der Liegebox" zu 95,1 %, "Aufenthalt am Fressgitter" zu 91,9 % und "Aufenthalt im Spaltenbodenbereich" zu 88,5 % richtig zugeordnet werden. Auch eine drastische Futterumstellung war an den Verhaltensinformationen aus dem Ortungssystem klar sichtbar. Damit wird das Potenzial eines Online-Monitoring des Tierverhaltens für die allgemeine Tierüberwachung und für Managementaufgaben deutlich [29]. Deshalb beschäftigen sich auch einige „klassische“ Hersteller von Tierhaltungstechniken intensiv mit dieser Technologie. So hat inzwischen die Firma GEA eine technische Lösung vorgestellt, die mit aktiven RFID-Labels im Ultra Wide Band (UWB) Frequenzbereich um 6,3 GHz arbeitet [30].

Kälberaufzucht

Tränkeautomaten werden seit vielen Jahren für die Kälberaufzucht in der Gruppenhaltung eingesetzt und von verschiedenen Herstellern angeboten. Für die Einzelhaltung von neugeborenen Kälbern standen bisher keine automatisierten Verfahren zur Verfügung. Auf der EuroTier 2012 wurden nun zwei neue unterschiedliche Verfahren vorgestellt. Die Firma

Urban hat ein Fütterungssystem mit dem Namen "Kälbermama LifeStart" entwickelt. Dazu ist an jeder Kälberbox bzw. an jedem Iglu ein Nuckel angebracht, der über eine Ringleitung an einen Kälbermama-Tränkeautomaten angeschlossen wird. Damit können Kälber in Einzelhaltung ad libitum automatisch versorgt werden. Die Firma Förster bietet eine andere Lösung an (sog. "CalfRail"), bei der die Kälber in Einzelhaltung über einen verfahrbaren Nuckel bis zu acht Mal am Tag tierindividuell mit kleinen frisch zubereiteten Portionen aus dem Tränkeautomaten versorgt werden [31].

Wenn Kälber in der Gruppenhaltung mit einem Tränkeautomaten gefüttert werden, kommt i. d. R. ein restriktiver Tränkeplan zum Einsatz (z. B. 6 l Tränke/Tag bis zum 50. Lebenstag und dann altersabhängige Abträge). Neuere Untersuchungen aus den USA belegen, dass sich eine intensive Aufzucht von Kälbern positiv auf die spätere Milchleistung der Kühe auswirkt [32]. Deshalb wurde in einem Versuch unter unseren Bedingungen das herkömmliche Fütterungsregime (Kontrollgruppe) mit einer sog. kontrollierten Ad-libitum-Fütterung (Versuchsgruppe) verglichen. Bei diesem Verfahren erhielten die Kälber bis zum 35. Lebenstag die Tränke zur freien Verfügung, anschließend wurden sie auf eine restriktive Fütterung umgestellt und ab dem 50. Lebenstag abgetränkt. Die erhöhte Tränkeaufnahme in den ersten Lebenswochen hat bei den Kälbern in der Versuchsgruppe zu deutlichen höheren Zunahmen während der gesamten Aufzuchtphase geführt (742 g gegenüber 590 g/Tag) [33]. Diese viel versprechenden Ergebnisse sollten weiter vertieft werden.

Zusammenfassung

Mit der Liberalisierung des Milchmarktes wird sich der Strukturwandel in der Milchviehhaltung weiter fortsetzen. Ein kräftiges Milchmengenwachstum wird nach Auslaufen der Milchquote in der EU jedoch nicht erwartet. Im Zuge der Forderungen nach mehr Tierwohl wird vom Verbraucher mehr Weidgang gewünscht, allerdings lässt sich dieser aus verschiedenen Gründen nur begrenzt umsetzen. Der Trend zur Automatisierung beim Füttern, Melken und bei der Tierüberwachung geht weiter. Nachdem für das automatische Füttern von Rindern verschiedenste Systeme auf dem Markt sind, werden nunmehr auch Systeme angeboten, die Kälber in Einzelhaltung automatisch mit Tränke versorgen können. Das automatische Melken ist bisher hauptsächlich in Beständen mit Familienstruktur zu finden. Mit der nunmehr verfügbaren Automatisierung im Karussell oder anderen Melkstandformen wird das automatische Melken auch in Großbeständen mehr Eingang finden. Im Bereich des sensorgestützten Gesundheitsmanagements wurden bisher viele wissenschaftliche Untersuchungen mit unterschiedlichsten Sensorsystemen durchgeführt. Die meisten Studien beschäftigen sich mit der Erkennung von Mastitis und Brunst. Die technische Entwicklung bei den Sensorsystemen für die Mastitis- und Brunsterkennung ist bisher am weitesten fortgeschritten, dennoch muss die Erkennungsgüte von Mastitiserkrankungen noch weiter verbessert werden. Das Entwicklungsstadium von Sensorsystemen zur Erkennung von Lahmheiten und Stoffwechselproblemen hat noch keinen vergleichbaren Stand erreicht. Da von Indoor-Ortungssystemen eine Verbesserung der tierindividuellen Tierüberwachung und des Herdenmanagements erwartet wird, laufen derzeit verschiedenste Forschungs-, Entwicklungs- und Erprobungsarbeiten. Ein breiter Feldeinsatz derartiger Systeme ist noch nicht absehbar.

Literatur

- [1] Göbbel, T.: Nach dem Quotenende: Wie viel Milch mehr? Milchpraxis 51 (2013) H. 3, S. 24 - 28.
- [2] Wohlfarth, M.: Was kommt nach der Quote? Agrarmanager 2013 H.12, 3, S. 13 - 15.
- [3] Statistisches Bundesamt: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei - Viehbestand - Fachserie 3 Reihe 4.1 - Vorbericht - 3. November 2013.
https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/ViehbestandTierischeErzeugung/Viehbestand2030410135324.pdf?__blob=publicationFile, 08.01.2014.
- [4] Ostermann-Palz, B. und Stöcker, C.: Zurück ins Grüne? Elite 2013 H. 4, S. 12 - 15.
- [5] Brade, W.: Vor- und Nachteile der Weidehaltung von hochleistenden Milchkühen. Berichte über Landwirtschaft 90 (2012) H. 3, S. 447 - 466.
- [6] O'Brien, B. an Upton J.: Combining automatic milking and precision grazing on dairy farm systems. In: Proceedings of 6th European Conference on Precision Livestock Farming 2013, 10-12 September 2013 in Leuven (Belgium), pp. 217 - 222. Ed.: D. Berckmans and J. Vandermeulen.
- [7] -, -: Hollands Projekt "Tolle Weide". top agrar 42 (2013) H. 10, S. 72.
- [8] Hörner, R. und Reubold, H.: DLG-Praxis-monitor Futtermischwagen: Gut gemischt ? DLG Test Landwirtschaft 2013 H. 1, S. 9 -15.
- [9] N., N.: Optimal füttern - Trends bei Futtermischwagen. Agrartechnik 2013 H. 10, S. 8 -
- [10] -, -: Die Bullen mit dem Robi mästen? top agrar 42 (2013) H. 10, R38 - R 43.
- [11] -, -: Sima Innovation awards results. <http://en.simaonline.com/sima-simadena-paris-international-agri-business-show-villepinte-france-agriculture-agricultural-livestock-breeding-breeder-cattle-farm-farmer-exhibition-trade-fair-events-animations-conferences/sima-Innovation-Awards-results-competition-exhibition-trade-fair-show-event-international-world-paris-nord-villepinte-france-agriculture-agricultural-breeding-livestock>, 09.01.2014.
- [12] Grothmann, A., Moser, L., Nydegger, F., Steiner, A. und Zähler, M.: Einfluss verschiedener Futtervorlagehäufigkeiten auf das Wiederkau- und Liegeverhalten von Milchkühen. In: Tagungsband zur 11. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 24. - 26. September 2013 in Vechta, S. 47 - 52. Hrsg.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Darmstadt, 2013.
- [13] Maier, S., Ostertag, J. und Haidn B.: Futterqualität und -hygiene bei automatischen Fütterungssystemen für Milchkühe. In: Tagungsband zur 11. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 24. - 26. September 2013 in Vechta, S. 65 - 70. Hrsg.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Darmstadt, 2013.
- [14] -, -: DeLaval verkauft das 10.000ste VMS. Pressemeldung vom Oktober 2013. <http://www.delaval.de/About-DeLaval/DeLaval-Pressemitteilungen/?nid=121035>, 09.01.2014.

- [15] -, -: Lely feiert die Inbetriebnahme des 12.500 Lely Astronaut. Pressemeldung vom 01.12.2011. <http://www.lely.com/de/home/media-center/nachrichten-en-veranstaltungen/nachrichten/lely-feiert-die-inbetriebnahme-des-12500-lely-astronaut>, 09.01.2014.
- [16] Schleitzer, G.: Roboter melken bald auch Großbestände. Agrarmanager 2013, H. 10, S. 42 - 46.
- [17] -, -: Startschuss für das erste kommerzielle DeLaval AMR™ Europas fällt in Thüringen. DeLaval Presseinformation Juni 2013, <http://www.delaval.de/About-DeLaval/News/Startschuss-fur-das-erste-kommerzielle-DeLaval-AMR-Europas-fallt-in-Thuringen/>, 09.01.2014.
- [18] -, -: GEA Farm Technologies Produktneuheiten mit Gold- und Silbermedaille der DLG prämiert. GEA Pressemitteilung 28.09.2012. <http://www.gea-farmtechnologies.com/hq%5C/de/mediacenter/news/2012/eurotierinnovations.aspx>, 09.01.2014.
- [19] Moog, R., Durst, L. und R. Over: Arbeitswirtschaft und Kosten automatischer Melksysteme. Milchpraxis 51 (2013) H. 3, S. 20 - 23.
- [20] Geidel, S. und Graff, K.: Kuhverkehr am Rotter: Drei Systeme im Vergleich. top agrar 42 (2013) H. 4, R32 - R36.
- [21] Hogeveen, H. Buma, K.J., and Jorritsma R.: Use and interpretation of mastitis alerts by farmer. In: Proceedings of 6th European Conference on Precision Livestock Farming 2013, 10-12 September 2013 in Leuven (Belgium), pp. 313 - 319. Ed.: D. Berckmans and J. Vandermeulen.
- [22] Schleitzer, G.: Dippverfahren im Vergleich - Automatisierung spart in jedem Falle. Agrarmanager 2013, H. 1, S. 46 - 49.
- [23] Rutten, C.J., Velthuis, A.G.J., Steeneveld, W. and Hogeveen H.: Invited review: Sensors to support health management on dairy. Journal of Dairy Science 96 (2012) No. 4, pp. 1928 - 1952.
- [24] Hogeveen, H. and Steeneveld, W.: Essential steps in the development of PLF systems for the dairy sector. In: Proceedings of 6th European Conference on Precision Livestock Farming 2013, 10-12 September 2013 in Leuven (Belgium), pp. 47 - 55. Ed.: D. Berckmans and J. Vandermeulen.
- [25] Berry, S.L.: Lameness - Prevention, detection and treatment. In: Proceedings of Cow Longevity Conference, 28-29 August 2013 in Hamra (Sweden), pp. 126 - 135. Ed.: DeLaval International AB.
- [26] Porto, S.M.C., Arcidiacona, C., Anguzza, U., Giummarra, A. and Cascone, G.: Accuracy assessment of localisation of dairy cows housed in free-stall barns using a system based on Ultra Wide Band technology. In: Proceedings of 6th European Conference on Precision Livestock Farming 2013, 10-12 September 2013 in Leuven (Belgium), pp. 145 - 153. Ed.: D. Berckmans and J. Vandermeulen.
- [27] Oberschätzl, R., Haidn, B., Harms, J., Peis, R., Stitzelberger, I., Rose, T. und Bernhardt, H.: Die automatisierte Erfassung des Verhaltens von Milchkühen - eine

- Verfahrensvergleich. In: Tagungsband zur 11. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 24. - 26. September 2013 in Vechta, S. 59 - 64. Hrsg.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Darmstadt, 2013.
- [28] Rose, T., Hellmuth, U., Georg, H. und Krieter J.: Methodik zur Analyse tierindividueller Verhaltensweisen von Milchkühen auf Basis von Ortungsdaten des Real Time Location Systems Ubisense Series 7000. In: Tagungsband zur 11. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 24. - 26. September 2013 in Vechta, S. 59 - 64. Hrsg.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Darmstadt, 2013.
- [29] Ipema, A.H., van de Ven, T. and Hogewerf P.H.: Validation and application of an indoor localization system for animals. In: Proceedings of 6th European Conference on Precision Livestock Farming 2013, 10-12 September 2013 in Leuven (Belgium), pp. 135 - 444. Ed.: D. Berckmans and J. Vandermeulen.
- [30] Swedberg, C.: GEA CowView Locates Cattle Via Active RFID. RFID Journal <http://www.rfidjournal.com/articles/view?10666>, 28.11.2013.
- [31] Rose-Meierhöfer, S., Hoffmann, G., Jakob, M. und Elsholz, S.: Entwicklungen in der Milchviehhaltung - Tierwohl und Nachhaltigkeit im Fokus. Neue Landwirtschaft 23 (2012) H. 12, S. 50 - 52.
- [32] Soberon, F., Raffrenato, E., Everett, R.W., and Van Amburgh, M.E.: Prewaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. Journal of Dairy Science 95 (2012) No. 2, pp. 783 - 793.
- [33] Berberich, N. und Grimm, H.: Auswirkung zweier Tränkeverfahren auf die Entwicklung von Aufzuchtkälbern. Landtechnik 68 (2013) H. 5, S. 333 - 338.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Wendl, Georg: Technik in der Rinderhaltung. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2014. S. 1-10

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055027>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/149.html>

Technik in der Schweinehaltung

Eva Gallmann

Verfahrenstechnik der Tierhaltungssysteme, Institut für Agrartechnik, Universität Hohenheim

Kurzfassung

Indikatorgestützte Managementsysteme und die Ansätze des "Precision Pig Farming" gewinnen bei größeren Tierbeständen zunehmend an Bedeutung. In der Wartesauenhaltung können die Daten der elektronischen Abrufstation und darüber hinaus die Erfassung der Trinkereignisse und Laufwege dem Gesundheitsmonitoring dienen. Das Tier selbst als Signalgeber (Trink- und Fressverhalten, Vokalisation) rückt nun zunehmend auch bei Monitoringansätzen für die Ferkelaufzucht und Mast in den Vordergrund. Die sensorgestützte Überwachung der Sau in der Abferkelbucht ermöglicht die Früherkennung von Geburtseignissen oder von problematischen Situationen für Ferkel und Sau. Die aktuellen Hauptherausforderungen im Precision Livestock Farming liegen mittlerweile vielleicht weniger in der reinen technischen Entwicklung von Sensorik, sondern eher in der Aufbereitung und Nutzbarkeit der anfallenden Massendaten mit Hilfe von Echtzeit-Auswertelgorithmen.

Stichworte

Monitoringsysteme, Indikatoren, Precision Pig Farming

Machinery and Techniques for Pig Husbandry

Eva Gallmann

Livestock Systems Engineering, Institute of Agricultural Engineering, University of Hohenheim

Abstract

Indicator based monitoring systems and the approaches of "Precision Pig farming" gain in importance with increasing stock sizes of pig husbandries. For gestation sows the data of the electronic sow feeder and in addition the registration of drinking events and walking distances can serve the health monitoring. The animal itself as signal giver (drinking and feeding behavior, vocalization) comes to the fore in monitoring approaches for weaning and fattening pigs. A sensor based control of the sow inside the farrowing pen allows the early detection of farrowing or problematic situation for the sow or piglets. The topical main challenges of precision livestock farming are in the meantime perhaps less in sensor development, but rather in processing and usability of the big data sets with the help of real-time analytic algorithms.

Keywords

Monitoring, indicators, precision pig farming

Entwicklung der Schweinebestände

Die Entwicklung der Schweinebestände in Deutschland lässt sich nach der Erhebung des Statistischen Bundesamtes zum Stichtag 03.11.2013 folgendermaßen zusammenfassen [1]:

Insgesamt wurden rund 28,0 Millionen Schweine auf 27.900 Betrieben gehalten. Die Zahl der Betriebe mit Schweinehaltung seit Mai 2013 war mit 0,9 % nur leicht rückgängig, die Zahl der Schweine stieg um 1,3 % [1].

Die Zahl der Ferkel stieg von Mai bis November 2013 um 0,2 % auf 8,2 Millionen. Bei den Jungschweinen betrug der Anstieg sogar 2,8 %. Damit gab es Ende 2013 zirka 5,4 Millionen Jungschweine. Gegenüber Mai 2013 stieg die Zahl der gehaltenen Mastschweine auf rund 12,4 Millionen Tiere (+ 1,6 %). Die Zahl der Betriebe mit Mastschweinen ging hingegen um 1,3 % auf etwa 23.500 zurück. Während die Betriebe mit unter 100 Mastschweinen um 4,8 % zurückgegangen sind, gab es bei den Betrieben mit mindestens 2.000 Mastschweinen 2,4 % mehr Betriebe [1].

Die Verpflichtung zur Gruppenhaltung von Sauen gemäß Tierschutznutztierhaltungsverordnung und der entsprechende Umstellungs- bzw. Investitionsbedarf auf den Betrieben bis 1.1.2013 wird als Hauptursache für den starken Rückgang bzw. die strukturellen Anpassungen im Betriebszweig Sauenhaltung angesehen. Von November 2012 bis Mai 2013 gaben etwa 1.200 (- 9,6 %) Zuchtsauenhalter den Betrieb auf, in den folgenden sechs Monaten sank die Zahl der Betriebe mit Zuchtsauen um weitere 400 (- 3,5 %) auf rund 10.800. Die Zahl der Zuchtsauen blieb jedoch dabei nahezu unverändert bei rund 2,1 Millionen (- 0,0 %). Die Zahl der Betriebe im November 2013, welche bis zu 100 Sauen hielten, verringerte sich um 6,1 % gegenüber Mai 2013. In den großen Größenklassen fiel der Rückgang deutlich schwächer aus bzw. es zeigte sich eine Zunahmetendenz [1].

Die Bestandsgrößen haben sich im letzten Jahrzehnt insgesamt deutlich zu größeren Einheiten hin entwickelt, wie **Bild 1** beispielhaft für die Zuchtsauenhaltung zeigt [2].

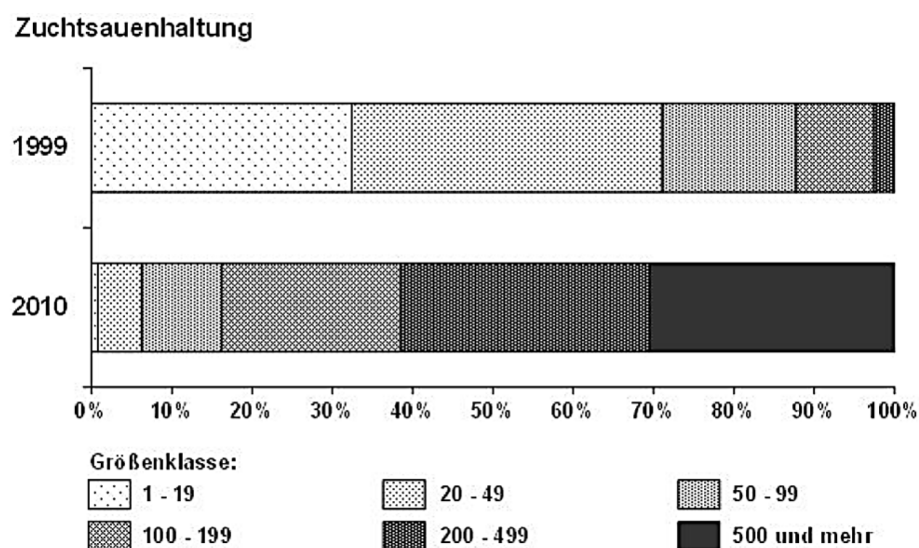


Bild 1: Bestandsgrößenstrukturen in der deutschen Zuchtsauenhaltung 1999 und 2010 [2]

Figure 2: Stock size of sow husbandries in German livestock farms 1999 and 2010 [2]

Größere Tierbestände stellen einerseits hohe Anforderungen an das Management und die Gesundheitsüberwachung der Einzeltiere, bieten andererseits aber auch Potentiale für die Automatisierung von Arbeitsgängen oder bei der Datengewinnung im Rahmen von indikatorgestützten Systemen. Zunehmend werden in diesem Zusammenhang in der öffentlichen Diskussion, in Forschungsarbeiten und bei der technischen Entwicklung die Möglichkeiten zur Bewertung und Verbesserung der Tiergerechtigkeit thematisiert. Folglich legt dieser Beitrag den inhaltlichen Schwerpunkt auf die Ansätze des "Precision Pig Farming" für indikatorgestützte Managementsysteme. Die Darstellung kann auf Grund der Fülle von Untersuchungen hier jedoch nur beispielhaft anhand ausgewählter Untersuchungen erfolgen.

Ansätze des Precision Pig Farming - indikatorgestützte Managementsysteme

Gesundheits- und Verhaltensmonitoring bei Wartesauen

Das Monitoring von Wartesauen in Großgruppen verfolgt den Ansatz, aus dem Verlauf und der Veränderung verschiedener tierindividuell messbarer Indikatoren, Rückschlüsse auf Gesundheits- oder Verhaltensabweichungen zu ziehen. Primär bieten sich dazu die einzeltierbezogenen Daten aus der elektronischen Abrufstation (EFS) zu den einzelnen Fressereignissen der Sauen an.

So konnte von [3] gezeigt werden, dass die Sauen an aufeinanderfolgenden Tagen ähnliche Platzziffern in der Besuchsreihenfolge an der EFS einnahmen und dies als Einschätzung der üblichen Fresszeit einer Sau dienen kann. Eine signifikante Korrelation der Platzziffern bestand in dieser Auswertung jedoch nur noch bis zum 4. Tag. Für Sauen mit einer Behandlung verschob sich der Median der Platzziffer am Behandlungstag deutlich nach hinten, meist in das letzte Viertel der Besuchsreihenfolge der untersuchten Herde. Aus den Erkenntnissen wurde ein Gesundheitsmonitoring-Tool generiert, welches eine Sensitivität (wahr positiv) von etwa 37 % und eine Spezifität (wahr negativ) von etwa 97 % aufwies. Die Verwendung der Wiegedaten der EFS für ein Monitoringmodell erwies sich bisher nicht als zielführend. Die Wiederholbarkeit der Wiegeergebnisse war unzureichend bzw. die einzelnen Wägungen waren durch die Bewegung der Tiere auf der Wiegeplattform zu stark fehlerbehaftet [4].

Anlässlich der EuroTier 2012 wurde das auf den Arbeiten von [3] basierende Softwaretool der Firma Big Dutchman zur Interpretation der Fressereignisse mit einer DLG-Silbermedaille ausgezeichnet. Die Software dokumentiert die Besuchsreihenfolge und die Fresszeitpunkte von einzelnen Sauen in der Gruppenhaltung an einem Tag und über einen längeren Zeitraum. Eine Bewertung der täglichen Ereignisse erfolgt im Hinblick auf den gesamten Gruppenverband. Starke Abweichungen einzelner Tiere weisen auf ein gesundheitliches Problem der Sau oder auf ein Umrauschen hin [5]. Das "SowCheck"-Rauschedetektionssystem (Big Dutchman) ermöglicht das Erkennen einer rauschigen Sau in Gruppenhaltung ebenso in der EFS. Über mehrere Wahrnehmungsebenen (physisch, olfaktorisch, akustisch, optisch) wird bei der Sau ein Rauschereflex ausgelöst. Rauschende bzw. umrauschende Sauen werden anschließend über die Futterstation ausselektiert. In Kombination mit dem "SonoCheck"-Gerät werden Rauschedetektion und Ultraschalldetektion in einem System vereint [5].

Die Aufnahme weiterer Indikatoren soll entsprechende Monitoringmodelle präzisieren. In den Untersuchungen von [6 bis 8] werden neben den Daten der EFS, die Dauer der Einzelbesuche an den Tränken und am Eberkontaktfenster sowie die Bewegungsmuster der Sauen berücksichtigt. Die Besuchsdauer und -häufigkeit an diesen Kontrollpunkten variierte zwischen den Einzeltieren sehr stark. Umrauschereignisse lassen sich jedoch anhand der Besuche am Eberkontaktfenster recht gut abgrenzen [7 und 8]. **Bild 2** zeigt beispielhaft für eine Sau die Veränderung bei den Indikatoren Fressen und Trinken im Zuge einer Lahmheit des Tieres [8].

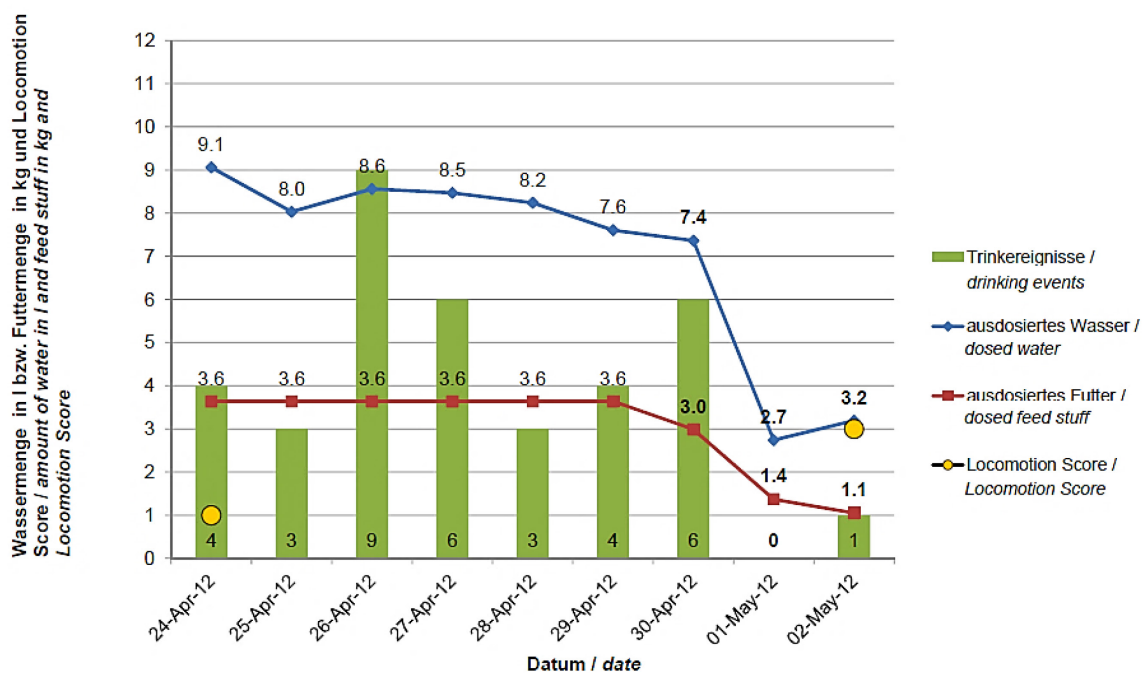


Bild 2: Verlauf von Wasser- und Futteraufnahme sowie Locomotion Score (0 = normal, 1 = leichte Lahmheit, 2 = deutliche Lahmheit, 3 = Lahmheit auf zwei Extremitäten, kaum zum Gehen zu bewegen) einer erkrankten Sau [8].

Figure 2: Water intake, feed intake and locomotion score (0 = normal, 1 = slight lameness, 2 = clear lameness, 3 = lameness on two feet, sow can hardly walk) of a sow with health disorders [8].

Die tierindividuelle Bestimmung der Position, Beschleunigung und der zurückgelegten Wegstrecke der Sauen wird bei [6] über eine aktive, mit integriertem Sender und Beschleunigungssensor ausgestattete Ohrmarke der Firma MKW electronics ermöglicht. Anhand der Empfangszeiten der sekundlich gesendeten Ohrmarkensignale an mehreren im Stall verteilten Ankern werden die Koordinaten der Tiere berechnet. Zur Kategorisierung der Aktivitäten anhand der Frequenz und Amplituden der hochaufgelösten Sensorsignale müssen mathematische Algorithmen entwickelt werden. Ein abgeleiteter Aktivitätsindex könnte zur Lahmheitserkennung herangezogen werden [6].

Monitoringansätze in der Ferkelaufzucht und bei Mastschweinen

Die Reaktion von Aufzuchtferkeln auf die Umgebungstemperatur anhand des Trinkverhaltens wurde von [9] untersucht. Ziel war es, ein entsprechendes Tränkesystem zu entwickeln und für die Stallklimaregelung anhand der Tiersignale (Wasserverbrauch an den unterschiedlich temperierten Tränken) zu nutzen (**Bild 3**). In allen untersuchten Tiergruppen zeigte sich eine Bevorzugung für die kalte Tränke (ca. 10 °C kältere Tränke als stalltemperierte Tränke). Erst bei Stalltemperaturunterschieden von > 5 Kelvin konnten signifikante Änderungen im Trinkverhalten nachgewiesen werden. Bei hohen Stalltemperaturen (> 27 °C) wurde die kalte Tränke, bei niedrigen Stalltemperaturen (< 24 °C) wurden die warme und stalltemperierte Tränke bevorzugt.

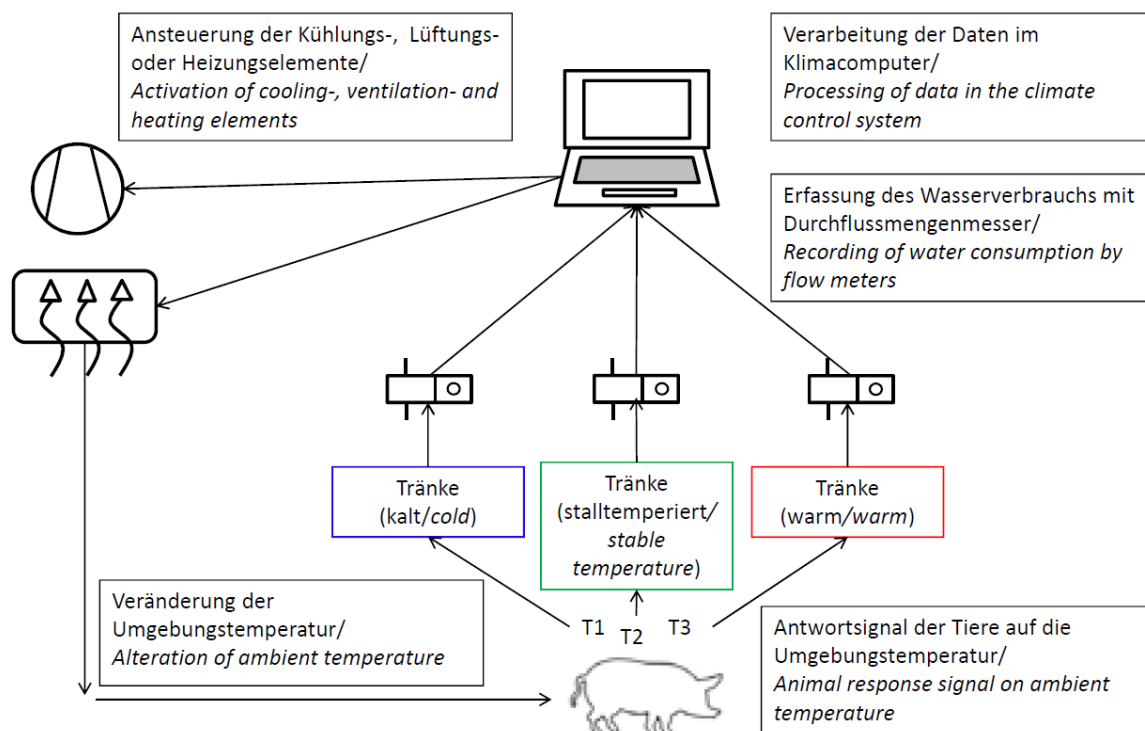


Bild 3: Schaubild des Antwortsignals der Tiere auf die aktuelle Umgebungstemperatur und die Reaktion des Klimacomputers [9]

Figure 3: Figure of the animal response on ambient temperature and the reaction of the climate control system [9]

Die Lautanalyse soll sowohl eine Verhaltens- als auch Gesundheitsüberwachung von Mastschweinen ermöglichen. In ersten Versuchen von [10] konnte eine hohe Korrelation zwischen der Tieraktivität (Videoaufnahmen und Bildanalyse) und der Vokalisation (Mikrofonaufzeichnungen und Analyse der Schallenergie) ermittelt werden. Ein Schweine-Hustenmonitor hat inzwischen Produktreife erlangt [11]. Pro Bucht werden die Geräusche mit einem Mikrophon aufgezeichnet und anschließend in Abhängigkeit vom Schalldruckpegel und der Zeit-Frequenz-Analyse in Hustengeräusche oder andere Geräusche klassifiziert. Die Daten werden als Hustenindex über ein Webinterface dem Tierhalter kommuniziert und in ein Frühwarnsystem integriert. In weiteren Untersuchungen werden verschiedene Schwell-

lenwerte und Kosten-Nutzen-Aspekte geprüft sowie die Eignung des Systems auch für die Auswertung von anderen Vokalisationen der Schweine getestet [11].

Im Vergleich zur Sauenhaltung ist in der Ferkelaufzucht oder Mastschweinehaltung die tier-individuelle Zuordnung von Fress- und Trinkereignissen mit Hilfe von RFID-Einzeltieridentifikation auf Basis von Niedrigfrequenz ohne Vereinzelungseinrichtungen an den Erfassungspunkten kaum möglich. Da jedoch ein gleichzeitiges Fressen und Ausüben weiterer Verhaltensweisen zu fördern ist, werden Methoden zur Simultanerfassung der Tiere benötigt. Einen integrierten Ansatz verfolgt im Rahmen des ICT-AGRI ERA-Net das internationale Verbundprojekt "PigWise" [12]. Ziele sind eine automatische Erfassung der Fressereignisse, die Auswertung von Abweichungen im Fressverhalten und die Etablierung eines internetbasierten Frühwarnsystems bei Verhaltensabweichungen und als Managementhilfe (**Bild 4**).

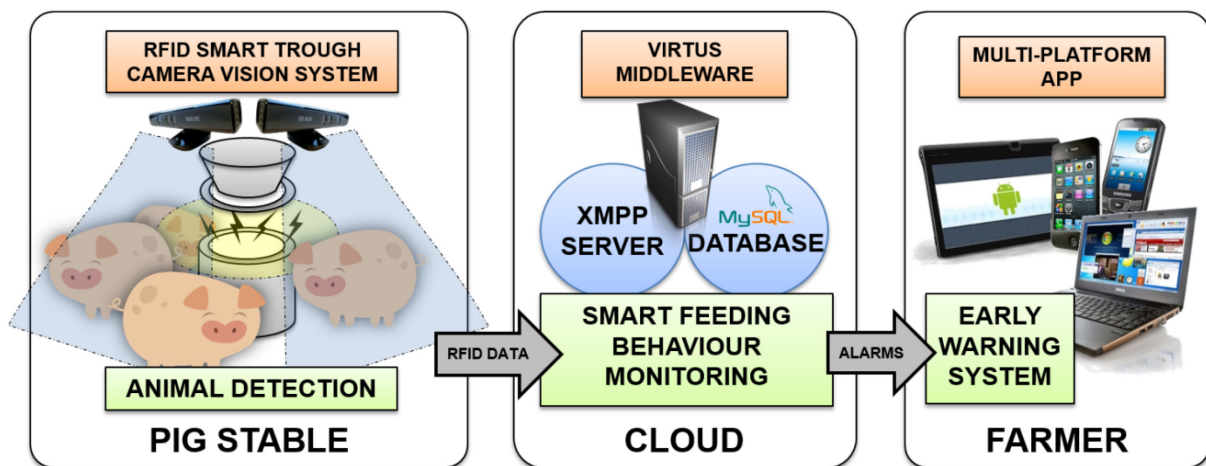


Bild 4: PigWise Architektur [12]

Figure 4: PigWise Architecture [12]

Das Hochfrequenz-RFID System ermöglicht die simultane Erfassung der Anwesenheit am Trog und lässt Rückschlüsse auf die individuelle Fressaktivität zu. Jedoch kann der Aufenthalt am Trog nicht kontinuierlich erfasst werden; zeitliche Unterbrechungen von wenigen Sekunden müssen bei der Erfassung der Fresszeiten berücksichtigt werden [13]. Die Verifizierung der RFID-Registrierungen erfolgt mit Hilfe eines Bildanalysesystems basierend auf schwenkbaren Kameras. Sind laut eines Vergleichsalgorithmus die Abweichungen zwischen den Erfassungssystemen zu groß, kann eine Alarmmeldung erfolgen. Herausforderungen für die Genauigkeit des Bildanalysesystems bestehen bei schnellen Tierbewegungen hin und weg vom Trog oder bei vielen Tierohren im Bild, die als zusätzliche Schweine fehlinterpretiert werden können [14]. Die Datenanalyse mit dem Konzept der synergistischen Kontrolle ermöglicht tierbasierte Schwellenwerte zu definieren und normale Variationen im Futteraufnahmeverhalten von abnormalen zu unterscheiden. Das System hat Potential für ein Gesundheitsmonitoring und die Früherkennung von Krankheiten [15].

Monitoringansätze in der Abferkelbucht

Die Überwachung des Aktivitätsverhaltens der Sau in der Abferkelbucht kann zur Vorhersage des Geburtseignisses und nachfolgend der Gesundheitskontrolle herangezogen werden. Halsband- und Lage-Drucksensoren ermöglichen die Erfassung des Liege- und Bewegungsverhaltens der Sau. Mit Hilfe von dynamisch linearen Modellen zur Transformation der Rohdaten und CUSUM-Charts für die Definition von Alarmschwellen können Geburtseignisse mit einem Vorlauf von etwa 15 Stunden vorhergesagt werden [16 und 17]. Die Entwicklung eines Systems, zusätzlich zu Bewegungs- und Verbrauchssensoren auch ereignisgesteuert Video- und Audiodateien in Abferkelbuchten aufzunehmen, hat das Ziel, mögliche Ferkelerdrückungen automatisch zu erkennen, zu lokalisieren und das selbstständige Reagieren eines Aktors zur Vermeidung von Ferkelerdrückungen zu ermöglichen [18]. Von [19] wird detailliert ein Auswertealgorithmus für die Echtzeit-Überwachung von Bewegungsmustern von Sauen im Ferkelschutzkorb anhand von Live-Videoaufnahmen beschrieben. Bei der Validierung wurde eine Sensitivität (wahr positiv) von 84,8 % und eine Spezifität (falsch positiv) von 3,8 % erreicht [19].

Zusammenfassung

Der Strukturwandel in der Landwirtschaft führt zu einer Entwicklung hin zu größeren Tierbeständen. Indikatorgestützte Managementsysteme und die Ansätze des "Precision Pig Farming" gewinnen entsprechend an Bedeutung. In der Wartesauenhaltung können die Daten der elektronischen Abrufstation und darüber hinaus die Erfassung der Trinkereignisse und Laufwege dem Gesundheitsmonitoring dienen. Das Tier selbst als Signalgeber (Trink- und Fressverhalten, Vokalisation) rückt nun zunehmend auch bei Monitoringansätzen für die Ferkelaufzucht und Mast in den Vordergrund. Die sensorgestützte Überwachung der Sau in der Abferkelbucht ermöglicht die Früherkennung von Geburtseignissen oder von problematischen Situationen für Ferkel und Sau.

Fazit

Die aktuellen Hauptherausforderungen im Precision Livestock Farming liegen mittlerweile vielleicht weniger in der reinen technischen Entwicklung von Sensorik, sondern eher in der Aufbereitung und Nutzbarkeit der anfallenden Massendaten. Nicht die Rechnerleistung an sich ist limitierend, sondern die intelligente Dateninfrastruktur und –architektur sowie aussagekräftige online Auswertungsalgorithmen. Die Datenflut muss in zielgerichtete Information umgesetzt werden. Aus reinen Erfassungssystemen müssen Wissenssysteme generiert werden.

Literatur

- [1] Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Land-, Forstwirtschaft, Fischerei. Fachserie 3 Reihe 4.1. Viehbestand Vorbericht 03.November 2013, S. 4. Wiesbaden
- [2] Baurle, H.: Die Zuchtsauenhaltung in Deutschland - Strukturen und Strukturwandlungen zwischen 1999 und 2010 vor dem Hintergrund der Gruppenhaltung trächtiger Sauen. In: Analysen zu Strukturen und Entwicklungen in der Schweine- und Sauenhaltung in Deutschland. Institut für Strukturforschung und Planung in agrarischen Intensivgebieten (ISPA) Universität Vechta, Mitteilungen Heft 77, 2011.
- [3] Hinrichs, B. und Hoy, St.: Erfassung des Futteraufnahmeverhaltens von Sauen an Abrufstationen für das Gesundheitsmonitoring. Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung. In: KTBL-Schrift 489 (2011) S. 128-136, Darmstadt: KTBL
- [4] Hoy (2012): Gesundheitsmonitoring bei tragenden Sauen durch die Abrufstation. In Tagungsband Innovationstage 2012. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung BLE (Hrsg.), Bonn, S. 125-127, online Version, http://www.ble.de/DE/03_Forschungsfoerderung/01_Innovationen/04_Innovationstage/2012/Innovationstage2012_node.html
- [5] DLG (Hrsg.): Eurotier Neuheiten Magazin 2012. <http://www.eurotier.com/neuheiten.html>, 19.02.2014
- [6] Karsten, S.; Stamer, E.; Hagemann, K.; Newe, F.; Auer, W. und Krieter, J.: Optimierung des Gesundheitsmanagements von tragenden Sauen auf Basis serieller Informationen. 11. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 24.-26.09.2013. S. 330-335. Darmstadt: KTBL 2013
- [7] Krieter (2012): Entwicklung eines Monitoringsystems für die Tiergesundheit und Fruchtbarkeit in der Gruppenhaltung tragender Sauen. In Tagungsband Innovationstage 2012. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung BLE (Hrsg.), Bonn, S. 122-124, online Version, http://www.ble.de/DE/03_Forschungsfoerderung/01_Innovationen/04_Innovationstage/2012/Innovationstage2012_node.html
- [8] Junge, M.; Herd, D.; Jezierny, D.; Gallmann, E. und Jungbluth, T.: Gruppenhaltung von tragenden Sauen: Indikatoren zum Verhaltens- und Gesundheitsmonitoring. Landtechnik 67 (2012), H. 5, S. 326-331.
- [9] Hoeck, J. und Büscher, W.: Temperaturabhängiges Wasseraufnahmeverhalten von Aufzuchtferkeln. 11. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 24.-26.09.2013. S. 342-347. Darmstadt: KTBL 2013
- [10] Vandermeulen, J.; Kashida, M.; Ott, S.; Bahr, C.; Moons, C.P.H.; Tuytens, F.; Niewold, T.A. and Berckmans, D.: Combination of image and sound analysis for behaviour monitoring in pigs. Precision Livestock Farming '13. Eds.: Berckmans, D. and J. Vandermeulen. Proceedings of the 6th European Conference on Precision Livestock Farming, 10.-12.09.2013, Leuven (Belgium), pp. 262-267.

- [11] Vandermeulen, J.; Decré, W.; Berckmans, D.; Exadaktylos, V.; Bahr, C. and Berckmans, D.: The pig cough monitor: from research topic to commercial product. Precision Livestock Farming '13. Eds.: Berckmans, D. and J. Vandermeulen. Proceedings of the 6th European Conference on Precision Livestock Farming, 10.-12.09.2013, Leuven (Belgium), pp. 717-723.
- [12] Scalera, A.; Brizzi, P.; Tomasi, R.; Gregersen, T.; Mertens, K.; Maselyne, J.; Van Nuffel, A.; Hessel, E.; und Van den Weghe, H.: The PigWise project: a novel approach in livestock farming through synergistic performances monitoring at individual level. EFITA-WCCA-CIGR Conference "Sustainable Agriculture through ICT Innovation", Turin, Italy, 24-27 June 2013.
- [13] Hessel, E.; Hömmen, A. and Van den Weghe, H.: Accuracy of an innovative high-frequency RFID system for monitoring feeding behaviour of fattening pigs under practical conditions. 11. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 24.-26.09.2013. S. 432-437. Darmstadt: KTBL 2013
- [14] Gregersen, T.; Jensen, T.; Andersen, M.A.; Mortensen, L.; Maselyne, J. and Hessel, E.: Computer vision based monitoring of performance of an RFID based eating registration system. 11. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 24.-26.09.2013. S. 438-443. Darmstadt: KTBL 2013
- [15] Maselyne, J.; Van Nuffel, A.; De Ketelaere, B.; Mertens, K.; Sonck, B.; Hessel, E. und Saeys, W.: Individual pig health monitoring based on automated registration of feeding pigs and synergistic control. 11. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 24.-26.09.2013. S. 450-455. Darmstadt: KTBL 2013
- [16] Cournou, C und Lundbye-Christensen, S.: Modeling of sows diurnal activity pattern and detection of parturition using acceleration measurements. Computers and Electronics in Agriculture 80 (2012), pp. 97-104.
- [17] Pastell, M.; Hietaoja, J.; Yun, J.; Tiusanen, J. und Valros, A.: Predicting farrowing based on accelerometer data. Precision Livestock Farming '13. Eds.: Berckmans, D. and J. Vandermeulen. Proceedings of the 6th European Conference on Precision Livestock Farming, 10.-12.09.2013, Leuven (Belgium), pp. 819-824.
- [18] Schön (2012): Ein Monitoring- und Expertensystem für den Abferkelbereich (MultiExpert). In Tagungsband Innovationstage 2012. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung BLE (Hrsg.), Bonn, S. 127-130, online Version, http://www.ble.de/DE/03_Forschungsfoerderung/01_Innovationen/04_Innovationstage/2012/Innovationstage2012_node.html
- [19] Khoramshahi, E.; Yun, J.; Hietajo, J.; Valros, A. und Pastell, M.: Automatic sow pattern detection in videos: an AI approach. Precision Livestock Farming '13. Eds.: Berckmans, D. and J. Vandermeulen. Proceedings of the 6th European Conference on Precision Livestock Farming, 10.-12.09.2013, Leuven (Belgium), pp. 370-378.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Gallmann, Eva: Technik in der Schweinehaltung. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2014. S. 1-10

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055029>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/160.html>

Technik in der Geflügelhaltung

Jutta Berk,

Institut für Tierschutz und Tierhaltung Celle, Friedrich-Loeffler-Institut

Kurzfassung

Dieser Beitrag gibt einen Überblick über aktuelle Rahmenbedingungen in der Geflügelhaltung. Neue, alternative Haltungssysteme sind in der Legehennenhaltung, aber auch in der Geflügelmast, notwendig. Der Rondeel-Stall ist ein neues Stallkonzept für Legehennen, das vom Niederländischen Landwirtschaftsministerium initiiert und von der Firma Rondeel BV zur Praxisreife entwickelt wurde. Das Rondeel-Konzept zielt darauf ab, Themen wie Tierschutz, Umweltschutz und Verbraucherakzeptanz zu vereinbaren. Für Masthähnchen stellt das "Optimum Vita" ein innovatives Haltungssystem dar, das Aspekte des Tierwohls, der Tiergesundheit und der Nachhaltigkeit vereint. Die Masthähnchen schlüpfen in diesem System im Stall und verbleiben am gleichen Standort, so dass optimale Bedingungen für den gesamten Mastdurchgang gegeben sind.

Schlüsselwörter

Tierschutz, innovative Haltungssysteme, Legehennen, Masthähnchen

Machinery and Techniques in Poultry Husbandry

Jutta Berk,

Institute of Animal Welfare and Animal Husbandry, Federal Research Institute for Animal Health

Abstract

This article gives an overview of the current basic conditions in the poultry husbandry. New alternative housing systems are necessary in laying hen husbandry, but also in fattening poultry. The Rondeel stable is a new housing concept for laying hens that was initiated by the Dutch Agricultural Ministry and developed by the company Rondeel BV for practical application. The Rondeel concept aims to address topics like animal welfare, environmental care and consumer demand. The "Optimum Vita" represents an innovative housing system specifically for broilers that combines aspects of animal welfare, health and sustainability. The broilers hatch out in this system in the stable and remain within the same location, so that optimum conditions for the complete fattening period are given.

Keywords

Animal welfare, innovative housing systems, laying hens, broilers

Rechtliche Rahmenbedingungen

Die Grundlagen des deutschen Tierschutzrechtes sind im Tierschutzgesetz in der Neufassung vom 18. Mai 2006 festgelegt [1]. Anforderungen an das Halten von Nutztieren regelt die Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung [2], die für Nutztiere Anwendung findet, die zu Erwerbszwecken gehalten werden. In Abschnitt 1 dieser Verordnung sind allgemeine Bestimmungen festgelegt, während in den speziellen Teilen rechtsverbindliche Vorgaben an die Haltung von Nutztieren (Kälber, Legehennen, Schweine, Hähnchen, Pelztiere) geregelt sind. Mit der Richtlinie 2007/43/EG des Rates vom 28. Juni 2007 [3] mit Mindestvorschriften zum Schutz von Masthühnern wurden vom Rat der Europäischen Gemeinschaften gemeinschaftsrechtliche Tierschutzregelungen zur Haltung von Masthühnern erlassen. Am 9. Oktober 2009 wurde die „Vierte Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung“ mit Anforderungen an die Haltung von Masthühnern in Kraft gesetzt [4], die der Umsetzung der EU-Richtlinie dienen [3]. Nach der Erarbeitung der "Bundeseinheitlichen Leitlinien für die gute betriebliche Praxis zur Haltung von Masthühnern" [5] lösen diese und die Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (Abschnitt 4) die Bundeseinheitlichen Eckwerte für eine freiwillige Vereinbarung zur Haltung von Jungmasthühnern (Broiler, Masthähnchen) und Mastputen vom 2. September 1999 ab [6].

Für Mastputen, Peking- und Moschusenten gibt es nach wie vor keine gemeinschaftsrechtlichen Tierschutzregelungen, sondern nur entsprechende Empfehlungen des Ständigen Ausschusses des Europäischen Übereinkommens zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlichen Tierhaltungen [7 bis 9]. Die im Jahr 2011 begonnene grundlegende, fachliche Überarbeitung der „Bundeseinheitlichen Eckwerte für eine freiwillige Vereinbarung zur Haltung von Mastputen“ [6] aus dem Jahr 1999, unter Einbeziehung von Experten aus Wissenschaft, Politik und Wirtschaft unter Beteiligung von Vertretern aus Tierschutzorganisationen und dem Deutschen Bauernverband, wurde erfolgreich abgeschlossen und gilt seit dem 1. Oktober 2013 [10]. Die maximal zulässigen Besatzdichten betragen 58 kg/m² Lebendgewicht bei den Hähnen und 52 kg/m² bei Putenhennen. Voraussetzung dafür ist die verpflichtende Teilnahme der Putenhalter an einem Gesundheitskontrollprogramm. Die im Rahmen dieses Gesundheitskontrollprogrammes erhobenen tierbasierten Indikatoren sollen vergleichende Rückschlüsse auf den Gesundheitsstatus der Puten ermöglichen. Die Erhebungen sollen mit Beginn des Jahres 2014 anfangen und schließen verschiedene Parameter aus der Aufzucht und Mast (z. B. Verluste, Fußballengesundheit, Brusthautveränderungen der Hähne) ein. Der Putenhalter erhält die Ergebnisse, so dass im Bedarfsfall entsprechende Maßnahmen gemeinsam mit dem bestandsbetreuenden Tierarzt erarbeitet werden können, um so eine Verbesserung des Tierwohls zu erzielen. Weitere Kernpunkte der neuen Bundeseinheitlichen Eckwerte für Puten stellen der Sachkundenachweis, das Anbieten von Beschäftigungsmaterial und Stallstrukturierungen, die Empfehlungen für Versorgungseinrichtungen sowie Vorgaben für die Lüftung und Beleuchtung dar.

Alternative Stallkonzepte

Die Universität Wageningen entwickelte im Rahmen einer Studie "Houden van Hennen" ein tierartgerechtes Stallkonzept für Legehennen unter Einbeziehung des Niederländischen Tierschutzbundes und der Verbraucher, das Rondell oder Rondeel [11; 12]. Das neuartige Konzept wurde von mehreren Tierschutzorganisationen ausgezeichnet und ist außerdem durch einen geringeren Flächenverbrauch in Verbindung mit reduzierter Kohlendioxidproduktion und abgesenkter Ammoniakemission interessant. Es wurde erfolgreich in die Praxis umgesetzt und mittlerweile an drei Standorten in den Niederlanden realisiert, nämlich in Barneveld, Wintelre und Ewijk. Die Eierproduktion im ersten Stall in Barneveld begann im April 2010. Der Baubeginn für den dritten Stall in Ewijk war im November 2011. Er wurde nach ca. 5 Monaten im März 2012 fertiggestellt [13]. Der Rondeel-Stall ist ein rundes Stallsystem, in dem insgesamt 30.000 Legehennen pro Betrieb in 10 Stallsegmenten untergebracht werden können, die sternförmig um den zentralen Mittelbereich angeordnet sind [13 bis 16; 18]. In diesem befindet sich im Erdgeschoss der Bereich für den Betriebsleiter, die Eiersortierung und die Packstation. In der ersten Etage sind Räume für Besucher vorhanden, von denen aus man durch einen gläsernen Besuchertunnel direkt zu den Tieren gelangt. In der zweiten Etage ist die Technik untergebracht, unter anderem Wärmetauscher zur Klimaregulierung sowie das System zur Kottrocknung. Jede Stalleinheit besteht aus einem Innen- und Außenbereich, wobei der Innenbereich (Nachtbereich) einer konventionellen Volierenhaltung (**Bild 1**) entspricht. An den Innenbereich schließt sich der überdachte Auslauf (Tagesbereich) mit Staubbademöglichkeiten an. Durch die effiziente Gestaltung des Rondeels entstehen zwei Klimazonen, wobei im Innenbereich konstant 20 °C herrschen, während in den regengeschützten Ausläufen (Überdachung mit durchsichtiger Folie) zwischen den Ställen Außenklima vorhanden ist. Der Innenbereich kann vom Außenbereich (Tagesbereich, Zugang nach Eiablage bis zur Dämmerung) durch eine durchgängig hochziehbare Jalousie getrennt werden [16; 18]. Als Bodenbelag im Außenbereich wird speziell angefertigter Kunststoffrasen verwandt, der mittels eines fahrbaren Industriesaugers von Staub und Schmutz gereinigt wird. Nach jedem Durchgang wird eine komplette Nassreinigung durchgeführt. Der gesamte Komplex ist mit einem Windschutznetz versehen, das den sogenannten "Waldrand" abtrennt (**Bild 2**), der je nach Wetterlage für die Tiere zugänglich ist. Dieser ist mit Sand und Hobelspänen sowie Ästen und Baumstümpfen versehen und kann bei Bedarf abgetragen und erneuert werden [18]. Ursprünglich war er mit Bäumen und Büschen versehen, die jedoch innerhalb kürzester Zeit von den Hennen zerstört wurden [12].

Die Transparenz der Eierproduktion stellt einen wichtigen Teil des Marketingkonzeptes dar, so dass ein Besuch ohne Anmeldung die ganze Woche über möglich ist [16; 18]. Die Vermarktung der Eier erfolgt als Eier aus Bodenhaltung, da die Größe der Ausläufe nicht den gesetzlichen Anforderungen für die Freilandhaltung entspricht [18], über die Rondeel BV direkt an die Supermarktkette Albert Heijn. Der Preis wird von den Erzeugern festgelegt. Die Besucher können Eier aber auch direkt beim Erzeuger, nach erfolgter Besichtigung des Stalles, erwerben. Der Marktanteil liegt derzeit bei ca. 1 % [17]. Die Eier werden in auffälligen runden Eierverpackungen vermarktet (**Bild 3**), die sieben Eier, ein Ei für jeden Tag, enthält [18]. Die kompostierbare Eierverpackung besteht aus Kartoffelstärke.

Der Durchmesser dieses innovativen Systems beträgt 85 m, wobei die Stallbaukosten mit 60 Euro pro m² deutlich höher sind als bei konventioneller Bauweise [16].



Bild 1: Voliere im Stall, Nachtbereich (Foto: Rondeel BV)

Figure 1: Aviary in the stable, night quarter (photo: Rondeel BV)



Bild 2: Sogenannter "Waldrand" an der Außenseite (Foto: Rondeel BV)

Figure 2: So-called "wooded fringe" at the outer side (photo: Rondeel BV)



Bild 3: Runde Eierverpackung mit sieben Eiern (Foto: Rondeel BV)

Figure 3: Round egg box which contains seven eggs (photo: Rondeel BV)

Optimum Vita - innovative Hähnchenmast

Dieses innovative System für die Hähnchenmast verfolgt ein neues Konzept und ermöglicht optimale Startbedingungen für die Küken, da die Tiere direkt im Stall schlüpfen [19]. Die Bruteier werden von einem Elterntierbetrieb bezogen, so dass Kreuzinfektionen ausgeschlossen werden können. Üblicherweise schlüpfen die Küken in der Brüterei und werden von dort zu den einzelnen Mastbetrieben gefahren. Im Gegensatz dazu werden die Eier bei "Optimum Vita" nach dem Schieren am 18. Bruttag aus der Brüterei (Vorbrut, Pre Care) auf Horden in den Stall gebracht (High Care). In diesen Horden schlüpfen sie nach drei Tagen direkt im Stall und gelangen von dort direkt auf den entsprechend vorbereiteten, geheizten und mit Einstreu versehenen Stallboden (**Bild 4**). Vorteil dieses Verfahrens ist, dass den Küken unmittelbar nach dem Schlupf Futter und Wasser zur Verfügung steht, so dass sie einen optimalen Start haben (**Bild 5**). Dies wirkt sich positiv auf die Kükenvitalität aus und reduziert die Verluste, zumal hier das System all-in-all out angewendet wird. Nach zehn Tagen werden die Broiler in den Endmaststall (Living) gebracht, der mit speziell auf die Bedürfnisse von wachsenden Hähnchen abgestimmten Futter- und Wassersystemen ausgerüstet ist. Dieser befindet sich am gleichen Standort, so dass lange Transportwege vermieden werden. Die Tiere aus dem High Care-Stall (ca. 110.000 Küken) mit einer Besatzdichte von ca. 44 Küken/m² werden auf zwei Endmastställe (jeweils ca. 55.000 Masthähnchen) bei einer Besatzdichte von 21,8 Küken/m² aufgeteilt. Dies ermöglicht eine optimale Nutzung der Stallflächen. Hinzu kommt eine effiziente Nutzung der Bodenheizung, die in Abhängigkeit vom Alter für die optimale Stalltemperatur sorgt, da die überschüssige Wärme aus den Mastställen mittels Wärmetauscher im Bodenheizungssystem im Aufzuchtstall verwendet wird, so dass die Energiekosten reduziert werden. Weitere Vorteile sollen in der Phosphat- und Stickstoffreduktion im Vergleich zu konventionellen Haltungssystemen sowie in einer Verminderung des Antibiotikaeinsatzes liegen. Im Vergleich zu 40 Durchgängen mit der üblichen konventionellen Haltung ergab sich nach derzeit 14 Mastdurchgängen im System "Optimum Vita" eine Verbesserung der Futterverwertung um ca. 6 % [pers. Mitteilung Klaas Knol] bei einem Mehrerlös von ca. 4 Cent/kg Lebendmasse [19]. Das Tierverhalten kann mit Hilfe von Webcams und einer Onlineverbindung kontinuierlich beobachtet werden, so dass bei Bedarf auch schnell gehandelt werden kann. Insgesamt können 21 Mastdurchgänge pro Jahr bei einer Mastdauer von bis zu 42 Tagen realisiert werden. Da immer mehrere Mastdurchgänge parallel laufen, die sich teilweise überlappen, ist eine optimale Ausnutzung der Stallfläche möglich, die ca. 30 % beträgt. Im Abstand von 18 Tagen werden 118.000 Bruteier bezogen, aus denen ca. 110.000 Küken schlüpfen, also insgesamt 2.25 Millionen Küken pro Jahr.

Ein ähnlich kombiniertes Brut- und Schlupfsystem für Broiler im Stall (Patio-System) wurde von der Firma Vencomatic entwickelt, wobei die Masthähnchen in Gegensatz zu "Optimum Vita" in einem Etagensystem schlüpfen [15].

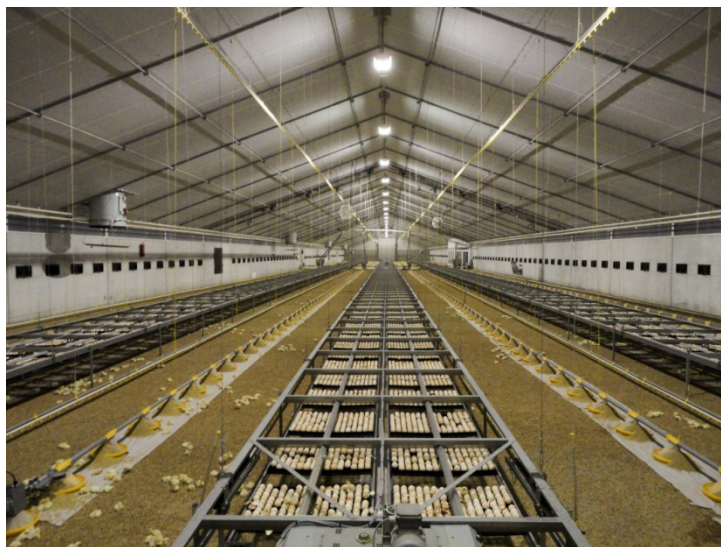


Bild 4: Schlupf der Küken im Stall, High Care (Foto: Klaas Knol)

Figure 4: Hatching of chickens in the stable, High Care (photo: Klaas Knol)



Bild 5: Broiler nach dem Schlupf im Stall, High Care (Foto: Klaas Knol)

Figure 5: Broilers after hatching in the stable, High Care (photo: Klaas Knol)

Zusammenfassung

Die seit dem 1.10.2013 geltenden "Bundeseinheitlichen Eckwerte für eine freiwillige Vereinbarung zur Haltung von Mastputen" sollen unter Beachtung der Europaratsempfehlungen in Bezug auf Puten (*Meleagris gallopavo ssp.*) aus dem Jahre 2002 bis zur Verabschiedung rechtsverbindlicher Vorschriften auf EU- und/oder nationaler Ebene der Sicherstellung einer nach § 2 Tierschutzgesetz vorgegebenen Putenhaltung dienen. Wesentliche Kernpunkte der überarbeiteten Eckwerte werden kurz erläutert. Das in den Niederlanden entwickelte Stall- und Vermarktungskonzept des Rondeelstalles für Legehennen hat sich auf dem Markt etabliert. Mittlerweile sind drei Betriebe in den Niederlanden vorhanden, deren Zielstellung eine nachhaltige transparente Produktion ist, die vom Verbraucher akzeptiert wird. Der Marktanteil der Eier ist noch ausbaufähig und beträgt derzeit ca. 1 %. Optimale Voraussetzungen vom Schlupf im Stall bis zum Mastende unter Beachtung des Tierwohles, der Tiergesundheit und der Nachhaltigkeit erfüllt ein neues System für die Hähnchenmast, das unter dem Namen "Optimum Vita" geführt wird. Die Masthähnchen werden am 18. Tag der Brut in den Stall gebracht und schlüpfen dort, so dass die Tiere unmittelbaren Zugang zu Futter und Wasser und damit gute Startbedingungen haben. Vorteile des innovativen Systems sind in einer Verbesserung der Tiergesundheit und der Futterverwertung zu sehen, die sich auch in höheren Erlösen widerspiegeln.

Literatur

- [1] -, -: Tierschutzgesetz. <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/tierschg/gesamt.pdf>, 16.08.2012.
- [2] -, -: Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung. <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/tierschnutztv/gesamt.pdf>, 16.08.2012.
- [3] -, -: Richtlinie 2007/43/EG Des Rates vom 28. Juni 2007. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:182:0019:0028:DE:PDF>, 16.08.2012.
- [4] -, -: Vierte Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung vom 01.10.2009, BGBl. I Nr.66 vom 8.10.2009.
- [5] -, -: Bundeseinheitliche Leitlinien für die gute betriebliche Praxis zur Haltung von Masthühnern. BMELV, 1. Juni 2012.
- [6] -, -: Bundeseinheitliche Eckwerte für eine freiwillige Vereinbarung zur Haltung von Jungmasthühnern (Broiler, Masthähnchen) und Mastputen. BML – 321-3545/2 4157/3659, 23. September 1999.
- [7] -, -: Europaratsempfehlungen für die Haltung von Puten. 21.12.2001. <http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Tier/Tierschutz/Gutachten/Leitlinien/EU-HaltungPuten.pdf>.
- [8] -, -: Europaratsempfehlungen für die Haltung von Pekingenten. 22.12.1999. <http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Tier/Tierschutz/Gutachten/Leitlinien/EU-HaltungPekingenten.pdf>.
- [9] -, -: Europaratsempfehlungen für die Haltung von Moschusenten. 22.12.1999. <http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Tier/Tierschutz/Gutachten/Leitlinien/EU-HaltungMoschusenten.pdf>.
- [10] -, -: Bundeseinheitliche Eckwerte für eine freiwillige Vereinbarung zur Haltung von Mastputen. Verband Deutscher Putenerzeuger e.V. (2013). http://www.zdg-online.de/uploads/tx_userzgdgdocs/VDP_Broschuere_EckwerteMastputen_29-04_1_ohne_Unterschriften.pdf.
- [11] -, -: Legehennen halten - auf zu mehr Hühnerg Glück, zufriedenen Bürgern und stolzen Landwirten. <http://edepot.wur.nl/5546>, 15.01.2014.
- [12] Van Niekerk, Thea and Reuvekamp, Berry: RondeelTM, a new housing design for laying hens. Lohmann Information (2011) Vol. 46 H.2, S. 25-31.
- [13] -, -: Der Stall. <http://www.rondeeleier.de/index.php/rondeel>, 15.01.2014.
- [14] Berk, Jutta: Technik in der Legehennenhaltung. In: Harms, H.-H. und Metzner, R. (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2011. Band 23. DLG Verlag. - ISBN 978-3-7690-0773-2, S. 142-144.
- [15] Berk, Jutta: Technik in der Geflügelmast. In: Harms, H.-H. und Metzner, R. (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2011. Band 23. DLG Verlag. - ISBN 978-3-7690-0773-2, S. 145-147.

- [16] Wiese, Heiner: Der Rondellstall als neues Konzept. DGS Magazin (2012) H. 31, S. 10-11.
- [17] Groot Koerkamp, Peter: Der Rondellstall als Ei des Kolumbus? DGS Magazin (2012) H. 31, S. 12.
- [18] Waterloh, Birgit: Eine runde Sache. Landwirtschaftliches Wochenblatt (2012) H. 6, S. 40-41.
- [19] -, -: Optimum Vita born for result. <http://www.optimumvita.com/de>, 15.01.2014.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Wissenschaftliches Review / Scientific Review

Erfolgreiches Review am 11.03.2014

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Berk, Jutta: Technik in der Geflügelhaltung. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2014. S. 1-9

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055030>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/135.html>

Anforderungen und Maßnahmen zur Emissionsminderung in der Tierhaltung

Jochen Hahne, Axel Munack, Klaus-Dieter Vorlop, Marcus Clauß,
Thünen-Institut für Agrartechnologie, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

Kurzfassung

Der vorliegende Beitrag beschreibt zunächst die rechtlichen Anforderungen an die Tierhaltung in Deutschland, die insbesondere für größere gewerbliche Tierhaltungsbetriebe deutlich verschärft worden sind. Darüber hinaus werden verschiedene Maßnahmen zur Emissionsminderung vorgestellt. Für große Tierhaltungsbetriebe wird die Abluftreinigung eine steigende Bedeutung erlangen. Steigende Energiekosten für die Lüftung von Tierhaltungsanlagen erfordern neue Lüftungskonzepte sowie Maßnahmen zur Zuluftkonditionierung, die neben der Energieeinsparung auch zur Emissionsminderung beitragen.

Schlüsselwörter

Tierhaltung, rechtliche Anforderungen, Emissionsminderung, Zuluftkonditionierung

Demands and measures for emission reduction in animal husbandry

Jochen Hahne, Axel Munack, Klaus-Dieter Vorlop, Marcus Clauß,
Thünen Institute of Agricultural Technology, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

Abstract

The present contribution describes at first the legal demands on livestock in Germany which have been clearly tightened for larger commercial livestock farms in particular. Beyond that different options for emission reduction are introduced. For large animal husbandries the exhaust air treatment will become important. Increasing energy costs for ventilation of animal stables require new ventilation concepts and measures of inlet air conditioning as well, which both contribute to energy saving and emission reduction.

Keywords

Livestock, legal demands, emission reduction, inlet air conditioning

Hintergrund

In Deutschland ist die Nutztierhaltung eine der bedeutendsten Quellen für luftgetragene Emissionen von Gerüchen, Gasen (hauptsächlich Ammoniak), Staub und Bioaerosolen. Für Ammoniak lag z. B. im Jahr 2011 der Anteil an der deutschen NH₃-Gesamtemission bei 80 %, beim Staub (PM₁₀) waren es im selben Jahr immerhin noch etwa 10 % [1]. Besonders Stäube aus der Tierhaltung enthalten bis weit über 90 % organisches Material und große Mengen verschiedener Mikroorganismen, d. h. sie können fast komplett als Bioaerosol aufgefasst werden. Alle diese Stoffe gelangen über die Abluft aus den landwirtschaftlichen Betrieben heraus in die Umwelt (Emission), werden von dort weiter verdriftet (Transmission) und deponieren schließlich im Umfeld (Immission). Dies kann zu Umweltschäden (Klimaveränderung, Eutrophierung und Versauerung von Böden und Gewässern) oder gesundheitlichen Beeinträchtigungen (Geruchsbelästigung, Allergien, Infektionen) führen.

Rechtliche Anforderungen

Allgemein hat Deutschland sich im Rahmen des Kyoto-Protokolls verpflichtet, seine Treibhausgas-Emissionen zu reduzieren, dabei geht es allerdings primär um Methan und Lachgas. Im Agrarsektor besteht für diese beiden Gase bisher keine unmittelbare Reduktionsverpflichtung, entsprechende Emissionen unterliegen aber einer regelmäßigen Überprüfung. Für Ammoniak wird dagegen in der NEC-Richtlinie (2001/81/EG) vom 23.10.2001 für Deutschland verbindlich festgelegt, dass der im Göteborg-Protokoll vereinbarte Grenzwert von höchstens 550 Gg/Jahr ab 2010 eingehalten werden muss. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden verschiedene Maßnahmen getroffen. Zum Beispiel sollten NH₃-Emissionen, die bei der Wirtschaftsdüngerausbringung entstehen, durch Vorgaben der Düngeverordnung (DüV) begrenzt werden. Diese Maßnahmen brachten jedoch nicht den gewünschten Erfolg, so dass der geforderte Grenzwert sowohl 2010 als auch 2011 überschritten wurde [2].

Für Tierhaltungsanlagen bildet das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) die Grundlage für deren Genehmigung und Überwachung. Zweck des Gesetzes ist es, Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur und sonstige Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen (§ 1). Art und Umfang von Genehmigungsverfahren sind abhängig von Tierart und gehaltener Tieranzahl und werden in der 4. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen) (4. BImSchV) konkretisiert. Bei Anlagen mit mehr als 750 Sauen, 2.000 Mastschweinen oder 40.000 Geflügelplätzen ist auch die Industrie-Emissions-Richtlinie (IED) relevant.

Neben den bisher genannten Gesetzen und Richtlinien kommen noch weitere Regelwerke zur Anwendung. Dies sind z. B. die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft), in der allgemeine Schutzanforderungen für Feinstaub und Ammoniak sowie konkret tierart- und tiermassebezogene Mindestabstände zur Wohnbebauung oder zu empfindlichen Ökosystemen genannt werden. In der Geruchsimmissionsrichtlinie werden Anforderungen zum

Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Gerüche konkretisiert. Darüber hinaus gibt es diverse VDI-Richtlinien, in denen Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen behandelt werden. Letztlich regelt die Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung im Falle einer gewerbsmäßigen Haltung die tierschutzrechtlichen Anforderungen, welche immer mit berücksichtigt werden müssen. Diesbezüglich gibt es allerdings oft Differenzen, sind doch die Interessen des Umweltschutzes nicht immer vereinbar mit denen des Tierschutzes. Zum Beispiel hat sich die Struktur der Legehennenhaltung in Deutschland stark verändert. Die in Hinblick auf die Emissionen als eher günstig einzustufende klassische Käfighaltung oder auch der ausgestaltete Käfig ist Volieren- oder Bodenhaltungen gewichen, in denen es nachweislich zu höheren Emissionen von Staub und Ammoniak kommt [3]. Auch die Freilandhaltung bedeutet nicht automatisch mehr oder weniger Emissionen, aber durch die Haltung in diesen offenen Ställen können z. B. Abluftreinigungsanlagen nicht sinnvoll eingesetzt werden. Gerade bei Schweinen, die nur zu einem sehr geringen Teil in Ausläufen gehalten werden, ist die Abluftreinigungstechnik aber eine vielversprechende Maßnahme zur Minderung von Emissionen aus den Ställen und damit zur Verringerung der Umweltwirkung. In der Praxis werden hier verschiedene ein- oder mehrstufige Systeme eingesetzt (**Bild 1**).



Bild 1: Beispiele für in der Praxis eingesetzte biologische Abluftreinigungsanlagen (links: einstufiger Rieselbettreaktor; rechts: Biofilterstufe einer dreistufigen kombinierten Anlage)

Figure 1: Examples of biological air treatment systems used in practice (left: one-step bio trickling filter, right: bio filter step of a three-step combined system)

Erst kürzlich haben die Bundesländer Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen die Abluftreinigung für große Anlagen zur Haltung von mehr als 2.000 Mastschweinen, 750 Sauen oder 6.000 Ferkeln (Nummer 7.1 g-i, Spalte 1 der 4. BImSchV) in entsprechenden Erlassen [4, 5] zum Stand der Technik erklärt. Dies bedeutet, dass bei Neu- oder Änderungsgenehmigungen für Anlagen der genannten Größenordnungen der Einbau von geprüften Abluftreinigungsanlagen gefordert wird. Demgegenüber kann für große Geflügelhaltungen noch kein Stand der Technik bezüglich des Einbaus von Abluftreinigungsanlagen definiert werden, da es erst eine anerkannte Abluftreinigungsanlage für die Hähnchenkurzmast gibt [6]. Hier muss

die technische Entwicklung noch abgewartet werden. Allerdings befindet sich eine Reihe von Verfahren zurzeit in der Prüfung, so dass weitere Fortschritte hier absehbar sind. In den Erlassen wird auch auf die Bioaerosolproblematik bei den immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren eingegangen. Abluftreinigungsanlagen, die ihre Wirksamkeit zur Abscheidung von Staub bewiesen haben, werden auch als geeignetes Verfahren zur Minderung der Bioaerosolemissionen eingestuft.

Durch die Änderung des § 35 des Baugesetzbuches [7] kommen insbesondere auf die größeren gewerblichen Tierhaltungen Veränderungen zu. Entsprechende Anlagen mit beispielsweise mehr als 1.500 Mastschweinen, 560 Sauen, 4.500 Ferkel, 15.000 Legehennen, 15.000 Putenplätzen dürfen im Außenbereich nicht mehr errichtet und auch nicht mehr verändert werden. Unverändert zulässig bleiben baurechtliche Anlagen, die die genannten Grenzen nicht erreichen bzw. landwirtschaftliche Anlagen, die mehr als 50 % ihres Futterbedarfes auf eigenen Flächen erzeugen können. Die von der Neuordnung erfassten größeren gewerblichen Tierhaltungsanlagen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes können zukünftig nur noch in Gebieten errichtet werden, für die die Gemeinden entsprechende Flächen ausweisen.

Abluftreinigungsanlagen

Nach gegenwärtigem Kenntnisstand bieten anerkannte Abluftreinigungsanlagen die Möglichkeit, die Emission von Tierställen stark zu verringern. DLG-zertifizierte Anlagen trennen mindestens 70 % bis über 90 % der Ammoniak- und Staubfrachten aus zwangsbelüfteten Anlagen der Schweine- und Geflügelhaltung ab [8]. Auch mesophile Bakterien und bestimmte Gruppen von Bakterien, denen auch Krankheitserreger angehören, können mit Wirkungsgraden zwischen 70 – 99 % aus dem Abluftstrom eines Stalls entfernt werden (**Bild 2**) [9].

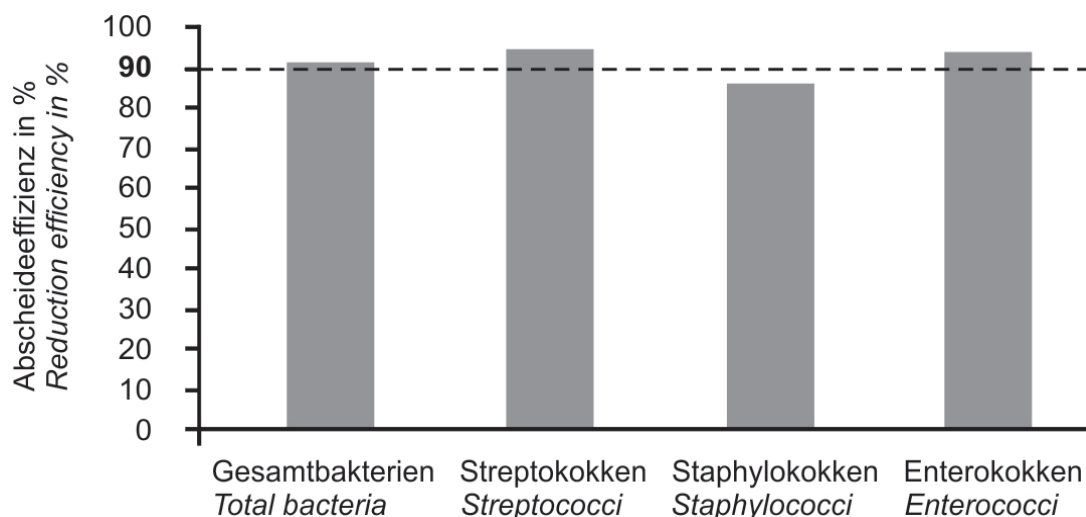


Bild 2: Durchschnittliche Abscheideeffizienz (n = 20) zweier DLG-zertifizierter Abluftreinigungsanlagen an Schweineställen für verschiedene Gruppen luftgetragener Mikroorganismen

Figure 2: Average reduction efficiency (n = 20) of two DLG certified air cleaning systems at piggyeries for different groups of airborne microorganisms

Bei Anlagen mit einem Biofilter als letzte Reinigungsstufe kann es manchmal zu einem erhöhten Austrag von Pilzsporen und Aktinomyzeten kommen. Hierbei handelt es sich jedoch um Mikroorganismengruppen, die in vergleichbaren Konzentrationen auch in der natürlichen Hintergrundkonzentration z. B. im Wald vorkommen [10]. Eine vollständige Abscheidung dieser mikrobiellen Komponenten wird mit der momentan in der Praxis verwendeten Technik nicht möglich sein.

Die Umweltwirkungen von Bioaerosolen im Allgemeinen werden bislang noch kontrovers diskutiert. Auch sind einige methodische Fragen hinsichtlich der Wahl geeigneter Nährböden zum Nachweis bestimmter Mikroorganismen noch nicht abschließend geklärt [11]. Bei der Beurteilung von Vorhaben, bei denen es zur Freisetzung von Bioaerosolen kommt, ist die Bewertung der natürlichen Hintergrundkonzentration von Bedeutung, die möglichst nicht wesentlich überschritten werden soll. Wie aktuelle Arbeiten zeigen, unterliegen die Hintergrundkonzentrationen von natürlich vorkommenden Schimmelpilzen und Aktinomyzeten jahreszeitlichen Schwankungen [10]. Als Indikatorkeime im Bereich der Nutztierhaltung bieten sich vor allem Staphylokokken und Streptokokken an. Größe und Form luftgetragener Mikroorganismen bzw. mikroorganismen tragender Partikel variieren relativ stark (**Bild 3**). Während Pilzsporen einen Durchmesser von ca. 2 - 20 µm aufweisen und oft vereinzelt auftreten, werden Bakterien am häufigsten als Aggregate oder an anderen Partikeln angelagert im Größenbereich von 6 - 10 µm bis zu 100 µm nachgewiesen [11]. Die Abscheidung von Partikeln dieser Größenordnungen ist mit der Abluftreinigung möglich [12].

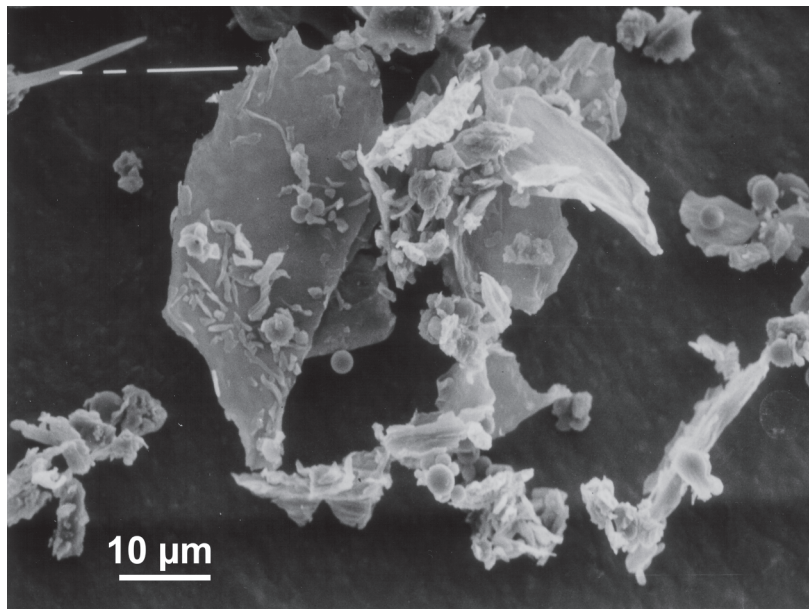


Bild 3: Eine rasterelektronenmikroskopische Aufnahme von Stallstaub aus einem Broilerstall zeigt dessen heterogene Zusammensetzung

Figure 3: Scanning electron-microscopy image of dust from a broiler house, showing its heterogeneous nature

Test von Abluftreinigungsanlagen

Damit Abluftreinigungsanlagen Emissionen aus der Tierhaltung möglichst effektiv reduzieren, müssen sie sachgerecht dimensioniert und ordnungsgemäß betrieben werden. Die Wirksamkeit dieser Anlagen und ihr Gebrauchswert werden seit 2005 von der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft (DLG) unter Mitwirkung einer unabhängigen Prüfkommision sowie einer akkreditierten Prüfstelle auf der Grundlage des DLG-Prüfrahmens "Abluftreinigungssysteme für Tierhaltungsanlagen" getestet und bewertet. Seit 2005 wurden 13 Prüfverfahren von 9 verschiedenen Herstellern erfolgreich abgeschlossen [13]. Die Prüfberichte sind kostenlos verfügbar. Während für die Schweinehaltung verschiedene Verfahren unterschiedlicher Hersteller marktverfügbar sind, ist erst ein einziges für den Bereich der Geflügelhaltung verfügbar. Allerdings befinden sich aktuell 7 weitere Verfahren in der Prüfung, wobei 4 in der Geflügelhaltung laufen. Die Prüfung von Abluftreinigungsanlagen soll europaweit in Zukunft möglichst einheitlich geregelt werden. Zu diesem Zweck wurde bereits ein gemeinsamer Prüfrahmen erarbeitet (VERA Test Protocol for Air Cleaning Technologies), der im Wesentlichen auf dem DLG-Prüfrahmen beruht [14].

Weitere Maßnahmen zur Verminderung von Emissionen

Grundsätzlich ist es ökonomisch und aus Sicht des Umweltschutzes sinnvoll, Emissionen soweit wie möglich zu vermeiden. Emissionen aus der Schweine- und Geflügelhaltung stammen im Wesentlichen aus den Ställen sowie der Lagerung und der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern, während bei Rindern auch der Weidegang berücksichtigt werden muss. Bei den Emissionen müssen vor allem die Parameter Geruch, Ammoniak, Feinstaub und zunehmend auch die Bioaerosole berücksichtigt werden.

Eine wirksame Minderung von Ammoniakemissionen aus der Schweinehaltung stellt der Übergang von der Universalmast zur Zweiphasenmast dar [15]. Durch die Absenkung des Rohproteingehaltes auf 14 % ließen sich die N-Ausscheidungen um 20 - 30 % gegenüber den Referenzverfahren reduzieren. Hilfreich wäre allerdings noch die Information gewesen, welcher Anteil am Schweinebestand in Deutschland noch mit einer Universalmast gefüttert wird, um das Einsparpotenzial besser abschätzen zu können.

Die Emissionen aus einem Stall werden auch durch das absolut durchgesetzte Luftvolumen bestimmt, wie entsprechende über mehrere Jahre angelegte Messungen an zwei Geflügelställen gezeigt haben [16]. Insofern kann eine Verminderung des Luftdurchsatzes durch geeignete Verfahren zur Zuluftkonditionierung auch einen Beitrag zur Minderung von Ammoniakemissionen darstellen. Die Kühlung von Schweineställen durch eine Luftzufuhr von Unterflur kann sowohl die Sommertemperaturen in Ställen um 6 - 8 °C vermindern als auch die Luftqualität im Aufenthaltsbereich der Sauen (0,6 m über Fußboden) verbessern, da die Ammoniakkonzentrationen in dieser Höhe spürbar gesenkt wurden [17]. Eine weitere mögliche Minderung der erforderlichen Luftrate kann der Einsatz von Wärmerückgewinnungsanlagen liefern, wobei verschiedene Verfahren mit adiabatischer und/oder diabaticher Kühlung vorgestellt werden [18]. Einjährige Untersuchungen an einem neuartigen Erdwärmetauscher, bei dem die Zuluft seitlich über einen Hohlraum zwischen Erdboden und Unterkante der Flüssigmistwanne zugeführt wird, ergaben positive Wirkungen auf das Stallklima, weil es zu

einer erheblichen Temperatur-Amplitudendämpfung kam. Der maximale Anwärmeffekt betrug 16 K (Außentemperatur: - 9 °C), während der maximale Kühleffekt 17 K betrug (Außentemperatur: 42 °C). Der Betrieb des Erdwärmetauschers erbrachte eine erhebliche Wärmeenergie, die zur Einsparung fossiler Energieträger beitrug. Trotz Kühlleistung im Sommer wurde die Stallluft im Jahresmittel erwärmt. Diese mittlere Temperatur lag bei 26 °C, sodass sich dieses Verfahren besonders für die Ferkelerzeugung eignen würde. Der Stromverbrauch für die Lüftung lag um 46 % niedriger als in vergleichbaren konventionellen Ställen [19]. Der Einsatz von wabenartigen Cellulose-Pads (cooling pads) im Zuluftbereich kann ebenfalls im Sommer zu einer deutlichen Absenkung der Stalltemperaturen um 6 - 10 K bei Außentemperaturen von 30 °C und mehr und damit auch zur Reduzierung der Luftraten beitragen [20].

Ein gleichmäßiger Luftaustausch im Stall ist auch für das Tierwohl von großer Bedeutung (Schadgaskonzentration, Hitzestress). Strömungssimulationen an zwei Schweinemastabteilen mit Porendecken- und Unterflurzuluffführung ergaben, dass mit der numerischen Simulation die Strömungsvorgänge beider Varianten recht gut abgebildet werden konnten [21]. Bei frei belüfteten, nicht gedämmten, mit Windschutzwänden ausgestatteten Milchviehställen ergaben entsprechende Untersuchungen, dass die Luftgeschwindigkeiten im Stall sehr unterschiedlich waren und Turbulenzen auftraten. Zur Vermeidung von Hitzestress und der Verbesserung der Luftqualität insgesamt sind wahrscheinlich zusätzliche Maßnahmen erforderlich [22].

Haltungsverfahren und Stallmanagement in der Legehennenhaltung haben erheblichen Einfluss auf die Emission von Ammoniak und Feinstaub. Bei den vergleichenden Untersuchungen zwischen Voliere und Deutscher Kleingruppe ergaben die noch nicht abgeschlossenen Versuche, dass die spezifischen Emissionen an Staub und Ammoniak in der Volierenhaltung deutlich höher ausfallen als in der Deutschen Kleingruppe [23]. Wesentliche Einflussfaktoren für die Staubemission waren Einstreu, Sandbad und Lichtprogramm, während die Freisetzung von Ammoniak vor allem vom Entmistungsintervall abhing. Zur Minderung der Schwebstaubkonzentration bei der Bodenhaltung von Legehennen bieten sich die Wasserverneblung mit und ohne Zusatz von Rapsöl sowie geeignete Einstreumaterialien wie Tonpellets oder Torf an [24].

Zusammenfassung

Die Nutztierhaltung in Deutschland ist ein wichtiger Wirtschaftsfaktor, trägt aber auch zu erheblichen Umweltbelastungen bei. Zur Regelung der ordnungsgemäßen Tierhaltung und zur Minderung von Emissionen aus diesem Sektor muss eine Fülle von Gesetzen, Verordnungen und Richtlinien beachtet werden. Insbesondere für große Schweinehaltungsbetriebe steigen die Anforderungen an den Emissionsschutz. Durch die Änderung des § 35 des Baugesetzbuches wird Errichtung größerer, gewerblicher Tierhaltungsbetriebe in Deutschland stark eingeschränkt.

Neben der nach wie vor erforderlichen Reduktion der nationalen Ammoniakemissionen sind insbesondere die Emission von Bioaerosolen und Maßnahmen zu deren Minderung in den Fokus der Umweltforschung gelangt. Steigende Energiepreise insbesondere für die Lüftung von Tierhaltungsanlagen führen zu verstärkten Anstrengungen zur Minderung von Luftwechselraten durch verschiedene Verfahren der Zuluftkonditionierung.

Der vorliegende Beitrag gibt einen aktuellen Überblick über Möglichkeiten zur Minderung von Umweltbelastungen und zur Einsparung von Energie.

Literatur

- [1] C. Rösemann, H.-D. Haenel, U. Dämmgen, E. Poddey, A. Freibauer, S. Wulf, B. Eurich-Menden, H. Döhler, C. Schreiner, B. Bauer und B. Osterburg (2013): Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 – 2011. Report zu Methoden und Daten (RMD). Berichterstattung 2013. Thünen Rep 1
- [2] IIR (2013) – German Informative Inventory Report. <http://iir-de.wikidot.com>
- [3] A. C. Springorum, M. Clauß und J. Hartung (2009): Airborne moulds, dust and endotoxins in four alternative housing systems for laying hens. In: Briese, A. (Hrsg.): Sustainable animal husbandry: prevention is better than cure II XIV international congress of the International Society for Animal Hygiene, Vechta, 19.-23.07.2009; Brno; Tribun EU, S. 611-614.
- [4] Niedersächsisches Ministerialblatt Nr. 29/2013 S. 561
- [5] http://www.umwelt.nrw.de/landwirtschaft/pdf/erlass_tierhaltungsanlagen.pdf, Zugriff am 08.10.13
- [6] DLG-Prüfbericht 5952, <http://www.dlg.org/gebaeude.html#Abluft>, Zugriff am 10.10.13
- [7] Baugesetzbuch - Einzelnorm, § 35 Bauen im Außenbereich, http://www.gesetze-im-internet.de/Bbaug/_35.html, Zugriff am 10.10.2013
- [8] J. Hahne (2013): Immissionsschutz – Tierhaltungsanlagen. Abluftreinigung in der Tierhaltung (Vortrag). Bildungszentrum für Entsorgungs- und Wasserwirtschaft GmbH (BEW), Essen, 13. bis 14.3.2013
- [9] M. Clauß, J. Schulz, J. Stratmann-Selke, M. Decius und J. Hartung (2013): Abscheidung von "Livestock-associated" Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus* (LA-MRSA) aus der Abluft zweier Mastschweineeställe mit einem Rieselbettfilter und einer dreistufigen Abluftreinigungsanlage (Reduction of livestock-associated Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (LA-MRSA) in the exhaust air of two piggeries by a bio-trickling filter and a biological three-step air cleaning system). Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 126: 03-04, 137-142.
- [10] M. Clauß, A.C. Springorum und J. Hartung: Jahresverlauf der Hintergrundkonzentrationen verschiedener Gruppen luftgetragener Mikroorganismen in einem urbanen, einem Agrar- und einem Forstgebiet in Norddeutschland. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft (73) 2013, S. 375 - 380
- [11] A. Gärtner, A. Gessner, E. Martin, D. Schneider und U. Jäckel: Emissionen aus der Hähnchenmast - Untersuchungen zur Zusammensetzung der Bakteriengemeinschaft und Antibiotikaresistenz. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft (73) 2013, S. 372 - 374
- [12] J. Hahne: Mehrstufige Abluftreinigung für die Geflügelhaltung. Landtechnik 65 (2010), Heft 5, S. 334 - 337
- [13] <http://www.dlg.org/gebaeude.html#Abluft>, Zugriff am 11.10.13
- [14] <http://www.veracert.eu/en/technology-manufacturers/test-protocols>, Zugriff am 11.10.13

- [15] R. Rößler, B. Erich-Menden, R. Vandre, S. Wulf und H. Döhler: Ammoniakemissionen: Minderungskosten bei der Mastschweinefütterung. Landtechnik 67 (2012), Heft 1, S. 69 - 72
- [16] J. Hahne: Verlauf und Umfang von Spurengasemissionen aus der Geflügelhaltung als Grundlage zur Ableitung von Vermeidungs- und Minderungsstrategien. In KTBL (Hrsg.): 11. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Tagungsband 2013, S. 212 - 217
- [17] G. Beyersdorfer und U. Gernand: Kühlung von Schweineställen durch Unterflur-Zuluftkühlung. Landtechnik 67 (2012), Heft 3, S. 221 - 224
- [18] L. Van Caenegem, M. Sax und M. Schick: Wärmerückgewinnungsanlagen - auch zum Kühlen. Landtechnik 67 (2012), Heft 3, S. 216 - 220
- [19] M. S. Krommweh, P. Rösmann und W. Büscher: Der Modulstall mit Erdwärmetauscher: Zuluftkonditionierung mittels alternativen Gebäude- und Lüftungskonzeptes für zwangsbelüftete Tierställe. In KTBL (Hrsg.): 11. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Tagungsband 2013, S. 188 - 193
- [20] W. Bonkoss und S. Naser: Messtechnische Begleitung einer Anlage zur Absenkung der Zulufttemperatur mittels Verdunstungskühlung. In KTBL (Hrsg.): 11. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Tagungsband 2013, S. 218- 222
- [21] F. Adrion, J. Threm, E. Gallmann, W. Pflanz und T. Jungbluth: Simulation der Luftströmung in Mastschweineställen mit unterschiedlicher Zuluftführung. Landtechnik 68 (2013), Heft 2, S. 89 -94
- [22] M. Fiedler, G. Hoffmann, C. Loebstin, W. Berg, K. von Bobrutzki, C. Ammon und T. Ammon: Luftgeschwindigkeit und Hitzebelastung im Milchviehstall - Auswirkungen auf das Tierwohl. Landtechnik 67 (2012), Heft 6, S. 421 - 424
- [23] T. Winter, T. Hinz, C. Zierke und J. Lippmann: Henne oder Manager - wer ist für Staub und Ammoniak im Stall verantwortlich? Landtechnik 67 (2012), Heft 2, S. 127 - 132
- [24] G. Gustafsson und E. von Wachenfelt: Methods to reduce airborne dust in a floor-housing system for laying hens. In KTBL (Hrsg.): 11. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Tagungsband 2013, S. 252- 257

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Wissenschaftliches Review / Scientific Review

Erfolgreiches Review am 20.12.2013

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Hahne, Jochen; Munack, Axel; Vorlop, Klaus-Dieter; Clauß, Marcus: Anforderungen und Maßnahmen zur Emissionsminderung in der Tierhaltung. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2014. S. 1-11

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055032>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/132.html>

Energietechnik (Alternative Energien)

Andreas Gronauer, Florian Zerobin, Tobias Pröll, Christoph Pfeifer, Christian Aschauer,
Gerhard Moitzi, Alexander Bauer
BOKU Wien

Kurzfassung

Agrarische Roh- und Reststoffe können zur Bereitstellung von Biotreibstoffen für mobile Anwendungen (z.B.: Biodiesel, Biomethan, Bioethanol, ...), von Strom und Wärme (z.B.: über Biogasproduktion mit anschließender Verstromung) sowie von Wärme (über Verbrennung) eingesetzt werden. Alternativ kann der Anbau von Feldfrüchten unter Photovoltaikpaneelen erfolgen, welcher eine Mehrfachnutzung des Bodens ermöglicht und zur Entschärfung der Flächenkonkurrenz beiträgt. Die Strategien einer stofflichen und energetischen Nutzung von Ackerfrüchten als Substitut fossiler Rohstoffe stehen teilweise in Konkurrenz zur Lebensmittelproduktion. In eine nachhaltige Nutzungsstrategie müssen die Biomassepotentiale in Produktionssystemen mit dem Ziel der Erfüllung der 4F (Food, Feed, Fiber and Fuels) genutzt werden.

Schlüsselwörter

Verbrennung, hydrothermale Karbonisierung, Biotreibstoffe, Torrefizierung, Agrivoltaik, Trocknung, Effizienzsteigerung, Brennwerttechnologie, Ascheschmelzverhalten

Energy management (Renewable Energy)

Andreas Gronauer, Florian Zerobin, Tobias Pröll, Christoph Pfeifer, Christian Aschauer,
Gerhard Moitzi, Alexander Bauer
BOKU Wien

Abstract

Agricultural raw and waste materials can be used to produce biofuels for transport (e.g. biodiesel, biomethane, bioethanol, etc.), as well as electricity and heat (e.g. from biogas production with subsequent combustion in a gas engine, heat from incineration). Alternatively, cultivating crops under photovoltaic panels allows shared usage of soil and eases land use competition. Substituting fossil resources with the material and energetic utilization of crops cannot be achieved without competing with food production. A sustainable utilization strategy must implement the biomass potentials with the goal of fulfilling the 4Fs (food, feed, fiber and fuels).

Keywords

Combustion, hydrothermal carbonisation, biofuels, torrefaction, agrivoltaic, drying, efficiency increase, condensing boiler technology, ash melting

Einleitung

Europa steht vor der großen Herausforderung, eine leistungsfähige, klimaschonende und importunabhängige Energieversorgung aufzubauen. Die Nutzung von Energiepflanzen zur Energieproduktion steht jedoch in direkter Konkurrenz zur menschlichen Ernährung, was Einflüsse auf die Preisentwicklung und die Versorgungssicherheit von Lebensmitteln nach sich zieht. Der FAO Food Price Index von international gehandelten Lebensmitteln ist von 97,7 Punkten im Jahr 2003 auf ein Maximum von 230,1 Punkten im Jahr 2011 gestiegen und lag zuletzt im Oktober 2013 bei 205,8 Punkten [1]. Diese Entwicklung entspricht mehr als einer Verdoppelung des FAO Food Price Index innerhalb von 10 Jahren. Der starke Anstieg liegt nicht nur an der Energieproduktion aus Biomasse sondern an anderen Faktoren, zu denen nach Mitchell, FAO und Glaser Missernten, Spekulationen an den internationalen Börsen, eine steigende Nachfrage nach Getreide und Ölsaaten in verschiedenen asiatischen Staaten, ein Anstieg der Produktionskosten und eine Zunahme der Produktion von Biotreibstoffen auf Basis von Energiepflanzen zählen [2 bis 4].

Die Erzeugung von Biotreibstoffen und Bioenergie aus agrarischen Roh- und Reststoffen sowie kommunalen Nebenprodukten und Abfällen umfasst eine umfangreiche Produktionskette, beginnend bei agrarischer Biomasse mit dem Pflanzenbau, über die Ernte bis hin zur Konservierung. Die Techniken hierfür sind beim Einsatz von klassischen Energiepflanzen ausgereift und in der Praxis vielfach bewährt. Biotreibstoffe und Bioenergie können aus verschiedensten Einsatzstoffen gewonnen werden, wobei die Palette an potentiellen Substraten von einjährigen Ackerpflanzen (Mais, Cerealien, Zwischenfrüchte) über landwirtschaftliche Abfallprodukte (z.B. Wirtschaftsdünger und Stroh) bis zur Verwertung kommunaler und industrieller Abfälle reicht. Die zuvor angesprochenen Nutzungskonflikte zwischen der Erzeugung von Lebens- und Futtermitteln und der Gewinnung von Rohstoffen, Biotreibstoffen sowie Bioenergie können nur durch die Nutzung von agrarischen und kommunalen Nebenprodukten minimiert werden. Eine Vielzahl an Technologien trägt in unterschiedlicher Weise zu einer nachhaltigen Stoff- und Energienutzung bei.

Verschiedene Technologien stehen für die Nutzung Biomasse zu Verfügung. Eine erste Möglichkeit ist die Umwandlung von Biomasse über thermo-chemische Verfahren zu Synthesegas, welches direkt verstromt werden kann oder über Syntheseprozesse verschiedenste Biotreibstoffe hergestellt werden können. Eine weitere Nutzungsmöglichkeit stellt die mikrobielle Umwandlung in verschiedenste Energieträgern, wobei in der Praxis die Biogasherstellung eine dominante Rolle einnimmt. Eine dritte Möglichkeit besteht in einer thermischen Verwertung der Biomasse durch die klassische Verbrennung der Rohstoffe oder aber durch die Verbrennung von feuchter Biomasse nach Aufbereitung mittels hydrothormaler Karbonisierung. Auch eine direkte Nutzung der in der Biomasse gespeicherten Sonnenenergie über die Herstellung von Elektrizität und thermischer Energie in der Landwirtschaft ist denkbar, muss jedoch in die bestehenden Systeme integriert werden.

Der Einsatz biogener Brennstoffe für die Energiebereitstellung ermöglicht eine Reduktion von Treibhausgasemissionen sowie verbleibende Wertschöpfung in der Region und eine Minderung der Importabhängigkeit von Energie. Durch die forcierte Nutzung von Holz kann es re-

gional zu Verknappungen dieser Ressource und damit einhergehend zu steigenden Brennstoffkosten kommen. Einen Beitrag zur Entspannung dieser Situation können alternative, biogene Festbrennstoffe leisten [5].

Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien

Thermo-chemische Umwandlungstechnologien zur Herstellung von Biokraftstoffen der zweiten Generation

Unter Biokraftstoffen werden hochwertige Energieträger (z.B.: Biodiesel, Bio-Ethanol, Bio-SNG¹ - etc.) für den mobilen Einsatz verstanden, die auf Biomasse als Primärrohstoff zurückgehen. Es wird zwischen Biotreibstoffen der ersten Generation und der zweiten Generation unterschieden. Bei ersteren handelt es sich um flüssige Kraftstoffe (Biodiesel, Bio-Ethanol, aus landwirtschaftlichen Produkten und bei zweiteren um Energieträger, die auf Biomasse aus extensiver Landnutzung bzw. auf Reststoffen basieren. Biotreibstoffen der zweiten Generation wird ein großes Potential aufgrund des spezifisch geringeren Aufwandes zur Erzeugung der Einsatzstoffe und einem wesentlich höheren Umwandlungswirkungsgrad bescheinigt [6].

In den vergangenen Jahrzehnten wurden Prozesse zur Umwandlung von Biomasse in Synthesegas (i.w. Wasserstoff und Kohlenstoffmonoxid) mittels thermo-chemischen Umwandlungstechnologien, insbesondere von thermischer Vergasung, intensiv beforscht [7]. Aus diesem Synthesegas lassen sich beinahe beliebige Chemikalien und Kraftstoffe herstellen: Fischer-Tropsch Diesel, Ottokraftstoffe, Wasserstoff, SNG, Methanol, Ethanol, Dimethylether, Kerosin, etc. [8]. Im Folgenden werden aktuelle Anwendungen für den agrarischen Bereich herausgegriffen.

Am Karlsruher Institut für Technologie wird das sogenannte bioliq-Verfahren entwickelt, welches auf der Umwandlung von regional in großen Mengen anfallender Restbiomasse durch dezentrale Schnellpyrolyse und zentraler Verarbeitung der Pyrolyseöle und des Pyrolysekoks basiert [9]. Diese Rohprodukte werden in einem Flugstromvergaser bei über 1200°C zu einem teerfreien, methanarmen Rohsynthesegas umgesetzt, gereinigt und anschließend zu flüssigen Treibstoffen synthetisiert [10].

Im sogenannten BioTfuel Projekt werden Stroh, Forstabfälle und Getreide nach einer Torrefizierung (siehe Abschnitt Verbrennung) einer Kohlevergasung zugeführt und anschließend zu Biodiesel der 2. Generation oder Jetfuel (z.B.: Kerosin) synthetisiert [11]. Das Konsortium besteht aus: Axens, CEA (French Alternative Energies and Atomic Energy Commission), IFPEN, Sofiprotéol, ThyssenKrupp Uhde und Total [12].

In Güssing, Österreich ist rund um das Biomassekraftwerk, basierend auf Zweibett-Wirbelschicht-Dampfvergasung [13], eine Plattform zur Synthese von Biokraftstoffen (SNG, Mixed Alcohols, Fischer-Tropsch Diesel) entstanden [8]. 1MW BioSNG wird aus einem Teilstrom des erzeugten Produktgases hergestellt und über eine Erdgas-Tankstelle bereitgestellt

¹ SNG – Synthetic bzw. Substitute Natural Gas – synthetisches Erdgas

[14]. Die Produktion von Fischer-Tropsch Diesel und Mixed Alcohols befinden sich derzeit im Pilotmaßstab.

In Göteborg, Schweden wurde im Jahr 2013 im Rahmen des Projektes GoBiGas eine Demonstrationsanlage zur Produktion von 20MW BioSNG aus Waldhackgut sowie Forstrückständen in Betrieb genommen. Als Technologie kommt ebenfalls eine Zweibett-Wirbelschicht-Dampfvergasung mit nachgeschalteter Methanierung im Festbett (bereitgestellt von Haldor-Topsoe) zum Einsatz. Das Gas wird als Treibstoff sowie für industrielle Anwendungen verwendet [15].

Nutzung agrarischer Reststoffe zur Biogasherstellung

Beim Einsatz landwirtschaftlicher Reststoffe in einer Biogasanlage liegt die große Herausforderung in einer effizienten Nutzung der Materialien. Durch die vermehrte Nutzung landwirtschaftlicher Reststoffe ist eine effiziente Vorbehandlungstechnologie in den vergangenen Jahren immer mehr zum Gegenstand wissenschaftlicher Forschung geworden. Prinzipiell kann Biomasse in chemischen, enzymatisch/biologischen oder physikalischen Verfahren vorbehandelt werden. Zu den physikalischen Vorbehandlungsmethoden zählen unter anderem die mechanische Zerkleinerung sowie die Veränderung von Druck und Temperatur. Ersteres ist in der Praxis schon etabliert, allerdings stammen die verwendeten Geräte aus verschiedenen industriellen Anwendungsbereichen, sodass der Einsatz noch nicht uneingeschränkt möglich ist. Ein weiteres, Vorbehandlungsverfahren ist ein thermisch-physikalisches Verfahren, welches den Einsatz agrarischen Reststoffen sowie organische Abfallstoffe aus Kommunen und Industrie in Biogasanlagen ermöglicht [16 bis 19].

Der Einsatz von agrarischen Reststoffen erfordert eine Anpassung der Lagersysteme. Die klassischen Konservierungsverfahren können für manche Biomassen nur eingeschränkt verwendet werden, vor allem wenn die Biomasse für eine Silierung zu trocken und für eine trockene Lagerung jedoch noch zu feucht ist. Der Silierverlauf mit Strohanteilen ist derzeit jedoch noch nicht vollständig untersucht und bedarf weiterer Forschung [20]. Bei Nutzung von agrarischen Reststoffen muss ein besonderes Augenmerk auf die Humusbilanz der Anbauflächen gelegt werden. Durch die vollständige Nutzung der Biomasse kann es zu einem negativen Humussaldo kommen, vor allem dann, wenn Gärreste nicht mehr rückgeführt werden. Aktuelle Untersuchungen wurden dazu von Möller et al. und Reinhold gemacht [21 bis 24]. Möller zeigt jedoch auf, dass sich die Humusbilanz von Gärresten, welche fermentierte Gülle, Ernterückstände und Zwischenfrüchte beinhalten, nicht von Stallmist unterscheidet [21]. Der Grund dafür liegt darin, dass bei Stallmist während der Rotte C-Verluste entstehen und während der Fermentation ein Teil des C gezielt zur Energieerzeugung verbraucht wird. Sowohl Möller als auch Reinhold betonen die Wichtigkeit der Ausbringung der Gärreste auf die landwirtschaftlichen Flächen [21; 23].

Verbrennung agrarischer Roh- und Reststoffe

Ein Ansatzpunkt ist der Einsatz von agrarischen Brennstoffen in pelletierter Form für den Einsatz in Biomassekleinfeuerungen. Die eingesetzten Materialien (z.B.: Miscanthus, Stroh, Mais, Heu, etc.) weisen folgende Eigenschaften auf: erhöhter Aschegehalt im Vergleich zu

Holz (10-20 fach) und dadurch verringerter Ascheerweichungspunkt (300-600°C niedriger), erhöhte Konzentrationen an Schadstoffen (Schwefel, Chlor, Alkalimetallen, etc.) und generell starke Schwankungen bei den Brennstoffeigenschaften [25]. Dadurch ergeben sich besondere Herausforderungen an die Feuerungstechnik denen mit folgenden Maßnahmen begegnet werden kann: bewegte Rostsysteme, aktiver Ascheaustrag, Sekundärmaßnahmen zur Emissionsreduktion und Einsatz von korrosionsbeständigen Materialien [26]. Es zeigen sich jedoch ökonomische und ökologische Vorteile durch den Einsatz von agrarischen Brennstoffen bei Feuerungen in kleinen und mittleren Leistungsbereichen [5].

Eine alternative Nutzungsmöglichkeit agrarischer Roh- und Reststoffe ist die Torrefizierung von Biomasse. Unter Torrefizierung versteht man eine milde Pyrolyse unter Sauerstoffabschluss bei Temperaturen zwischen 200 und 300°C mit geringen Aufheizgeschwindigkeiten (<50°C/min) und Reaktorverweilzeiten im Minutenbereich (<60min). Primäres Ziel dieses Prozesses ist es, feste Biomasse für die thermische Konversion (insbesondere zur Verbrennung und Vergasung) so aufzubereiten, dass verbesserte Eigenschaften im Vergleich zu naturbelassenen, biogenen Festbrennstoffen erreicht werden. Torrefizierte Materialien weisen neben hydrophoben Eigenschaften eine erhöhte Energiedichte auf und sind mahlbar. Daher eignet sich torrefizierte Biomasse hervorragend für eine Pelletierung bzw. Brikettierung. Mehrere Demonstrationsanlagen sind derzeit in Planung bzw. Inbetriebnahme. Einen Überblick über aktuelle Projekte liefern Wild sowie Koppejan et al. [27; 28].

Eine Möglichkeit, feuchte, biogene Abfall-, Roh- und Reststoffe zu nutzen, stellt die hydrothermale Karbonisierung (HTC) dar. Es handelt sich dabei um einen thermo-chemischen Prozess zur Konversion biogener Einsatzstoffe zu hydrophoben Feststoffen (HTC Kohle) mit, im Vergleich zum Einsatzstoff, reduziertem Gewicht und erhöhtem Heizwert. Der Prozess läuft bei Drücken von 10-20 bar und Temperaturen von 170-250 °C für 6-12 Stunden ab. Das Produkt eignet sich unter anderem als effizienter Sekundärenergieträger. Es lassen sich verschiedenste Einsatzstoffe karbonisieren [29]. An der Universität für Bodenkultur Wien (Institut für Verfahrenstechnik) wird die Karbonisierbarkeit unterschiedlicher Einsatzstoffe (Klärschlamm, Reste aus der Lebensmittelindustrie, land- und forstwirtschaftliche Einsatzstoffe, etc.) untersucht. **Bild 1** zeigt ausgewählte Produkte aus hydrothormaler Karbonisierung [30].

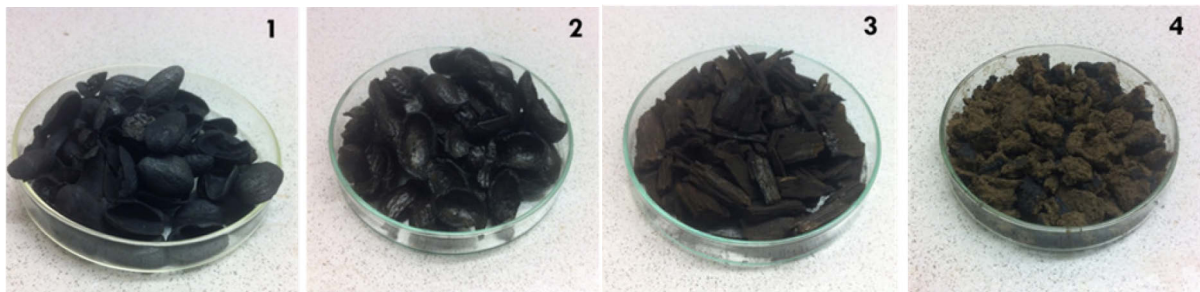


Bild 1: HTC Kohlen: (1) Erdnussschalen, (2) Pistazienschalen, (3) Holzpellets, (4) Fermentierter Grünschnitt [30]

Figure 1: HTC products (1) peanut shells (2) pistachio shells (3) wood chips (4) fermented green waste [30]

Nutzung von Solarenergie in der Landwirtschaft

Aufgrund der Flächenkonkurrenz zwischen Energie, Nahrung und Treibstoff werden Möglichkeiten der Mehrfachnutzung der Bodenfläche gesucht. Dupraz et al. untersuchte die Idee, die Landnutzung durch die Kombination von Photovoltaikpaneelen und Feldfrüchten zu optimieren [31]. Für dieses agrivoltaische System (AVS)² wurde mit Lichttransmissions- und Wachstumsmodellen die Produktivität von Pflanzen unter teilverschatteten Bedingungen berechnet und mit Hilfe eines abgewandelten „Land Equivalent Ratio (LER)“ verglichen. Der LER ist ein Index um die Produktivität von Mischkulturen mit Monokulturen zu vergleichen. Dabei werden die Erträge des Pflanzenanbaus eines Agrovoltai-Systems den Erträgen einer Monokultur gegenübergestellt und die Stromerträge eines AVS mit den Erträgen einer Standard Photovoltaikanlage verglichen. Ein LER > 1 bedeutet dass das Mischsystem produktiver ist als das System bei dem Pflanzen und Photovoltaik auf getrennten Flächen stehen. Um den Einfluss der Belegungsdichte durch die Photovoltaik zu erfassen wurden zwei Systeme modelliert. Das Full Density System (FD) ist auf maximale elektrische Energiegewinnung ausgerichtet und das Half Density System (HD), welches auf den halben Ertrag des FD-Systems dimensioniert wurde.

Um den Einfluss der Verschattung auf Pflanzen und die klimatischen Bedingungen unter den Photovoltaikpaneelen zu untersuchen wurden Wachstumsversuche mit Salat durchgeführt und die relevanten Parameter erfasst [32; 33].

Das Experiment zeigte, dass sich Pflanzen wie bspw. Salat an die geringere Verfügbarkeit von Licht teilweise bis vollständig anpassen können und, dass durch Pflanzenzüchtung und Anordnung der Paneele eine Optimierung hinsichtlich des besten Kompromisses zwischen Nahrungsmittel- und Stromproduktion möglich wird. Die klimatischen Bedingungen unter einer kleinen Photovoltaikanlage gleichen nicht den Bedingungen innerhalb eines Gewächshauses sondern entsprechen den Produktionsbedingungen am freien Feld.

Die Trocknung von agrarischen Gütern ist ein energieintensiver Prozess. Die Nutzung von Solarenergie als erneuerbare und frei verfügbare Energieform ist in Zeiten begrenzter Ressourcen interessant. Unterschiedliche Systeme zur Solarenergienutzung wurden entwickelt und getestet [34 bis 36]. Um die Solarenergie optimal zu nutzen sind fortgeschrittene Steuerungsalgorithmen notwendig [36]. Es wird sowohl thermische Energie für den Trocknungsprozess als auch elektrische Energie für den Betrieb von Ventilatoren benötigt. PV/T-Kollektoren bieten die Möglichkeit die Solarstrahlung in elektrische Energie als auch in thermische Energie umzuwandeln. Im Bereich der Belüftungstrocknung zur Heukonservierung werden neuerdings ganze Dächer von landwirtschaftlichen Gebäuden als PV/T Kollektoren ausgebildet indem das Dach mit Photovoltaikpaneelen eingedeckt und die Luft vor dem Trocknungsprozess unterhalb der Paneele durchgesaugt wird (**Bild 2**).

² Agrivoltai: Agrar und Photovoltaik in Anlehnung an den Begriff Agroforest



Bild 2: Aktuelle Umsetzungsbeispiele von als PV/T Kollektoren ausgebildete Dächer landwirtschaftlicher Gebäude in Bayern (links) und in Osttirol (rechts)

Figure 2: Current examples of implementation of roofs designed as PV/T-collector on agricultural buildings in Bavaria (left) and in East Tyrol (right)

Untersuchungen zeigen dass ein 4 bis 5-faches der elektrischen Energie als thermische Energie genutzt werden kann [37]. Ein weiterer positiver Effekt ist die Kühlung der Solarzellen durch den Luftstrom wobei eine Absenkung der Zelltemperatur um ein Grad eine Zunahme der Stromproduktion von 0,4% bewirkt.

Energieeinsatz und -effizienz in der Landwirtschaft

Kraftstoffeinsatz in der Landwirtschaft

Ein treibender Faktor für mehr Energieeffizienz ist die globale und regionale Knappheit konventioneller wie auch alternativer Energieträger [38]. Der produkt- bzw. maschinenzentrierte Ansatz zur Steigerung der Energieeffizienz in der europäischen Ökodesign-Richtlinie wird von den Verbänden der Landmaschinen (CEMA) - und Baumaschinentechnik (CECE) als nicht zielführend angesehen, weil die komplexen Zusammenhänge nicht berücksichtigt werden. Die beiden Verbände CEMA (European Agricultural Machinery Association) und CECE (Committee for European Construction Equipment) fordern eine Effizienzverbesserungsstrategie, welche in einem ganzheitlichen Ansatz auf Säulen der Maschineneffizienz, Prozesseffizienz, Bedieneffizienz und alternativen Energieträgern basiert.

Ein Beispiel zur Verbesserung der Prozesseffizienz ist der Einsatz von GPS-gestützten automatischen Lenksystemen bei Traktoren und selbstfahrenden Landmaschinen. Neben Arbeitszeit- und Kraftstoffeinsparungen von bis zu 10 %, kann auch der Einsatz von Pflanzenschutz- und Düngemitteln, durch Minderung der Überlappung, reduziert werden [39]. Untersuchungen zu RTK-gestützten Lenkautomaten im Freilandgemüsebau zeigten, dass diese Systeme auch bei Gemüsebaubetrieben kleinerer und mittlerer Größe wirtschaftlich sein können [40].

Dieselmotorkraftstoff wird aufgrund seiner hohen Energiedichte weiterhin als primäre Antriebsquelle in der Landwirtschaft dienen. Hybridsysteme für die Landtechnik gewinnen jedoch an Bedeutung da durch elektrische Antriebe Vorteile in der exakten Regelbarkeit, Drehzahlvariabilität und Überlastfähigkeit gegeben sind. Eine breite Einführung von elektrisch teilbetriebenen Landmaschinen, die mit Strom aus dieselektrischen Systemen versorgt werden, ist in den nächsten 5 bis 10 Jahren zu erwarten [41].

Durch zunehmende Transportaktivitäten mit Traktoren und steigenden Kraftstoffkosten gewinnen die Optimierung der Getriebeeffizienz und die elektronische Motorsteuerung an Bedeutung. Neben den klassischen Lastschaltgetrieben mit hohem Getriebewirkungsgrad und den stufenlosen Varianten mit mehr Fahrkomfort werden auch Doppelkupplungsgetriebe eingesetzt. In einem Praxistest mit zwei baugleichen Traktoren der Leistungsklasse über 150 kW konnte festgestellt werden, dass die Kraftstoffkosten beim Traktor mit dem Doppelkupplungsgetriebe um 8,6 % geringer waren als beim stufenlosen Getriebe [42].

Ab 1. Januar 2014 gilt laut EU-Verordnung Richtlinie 99/96/EG bzw. Richtlinie 2005/55/EG für Traktoren ab der Leistungsklasse 130 kW die Abgasnorm IV, die aktive Eingriffe in das Motormanagement und eine Abgasbehandlung (SCR-System) erfordern. Untersuchungen an einem Praxisprüfstand zeigten, dass durch den Einsatz von AdBlue-Systemen Einsparungen größer 10 % beim Dieserverbrauch erreicht werden können, die im praktischen Feldeinsatz nutzbar zu machen sind [43].

Verbesserte Nutzung thermische Energie in der Landwirtschaft

Hackgutbefeuerte Heizwerke zur Nahwärme-Versorgung sind mittlerweile weit verbreitet und übernehmen eine wichtige Rolle in der regionalen Energieversorgung. Für landwirtschaftliche Reststoffe ergeben sich vielfältige Verwendungsmöglichkeiten. Eine davon ist die thermische Verwertung in Biomassekraftwerken zur Energiegewinnung. Der Fokus liegt bei dahingehenden Untersuchungen auf dem Wassergehalt (Lagerungsfähigkeit, Verbrennungstemperatur), Zusammensetzung (Ascheschmelzverhalten, Korrosion) und Pelletierbarkeit der Biomasse.

Von LandwirtInnen aus dem italienischen Zentralraum wurden Produktionsrückstände aus der Wein- bzw. Tomatenproduktion zur Verfügung gestellt und an der polytechnischen Universität von Ancona untersucht [44; 45]. Bestimmt wurden Wassergehalt, Heiz- und Brennwert, Aschegehalt, sowie ein chemischer Nachweis ausgewählter Aschebestandteile. Verglichen mit Holz weisen Weintraubenrückstände hohe Gehalte an S, Cl, N sowie K und Cu auf, die die Korrosivität der Abgase mitbestimmen und für eine erhöhte Schadstoff- und Flugaschebelastung sorgen. Das Ascheschmelzverhalten war zufriedenstellend, lediglich die Stiele wiesen verringerte Ascheschmelztemperaturen auf. Aufgrund der hohen Feuchte im Ausgangszustand (59 % Wein-, 73 % Tomatenrückstände) empfiehlt sich die Zufeuerung in Kesseln für konventionelle Biomasse (z.B. Hackschnitzelkessel) bzw. das Pressen von Öl aus den Samen und ein Trocknungsschritt vor der thermischen Verwertung. Das Potential zur Energiebereitstellung aus der Ernte von 1 ha Weingärten wurde auf ca. 19 GJ Wärme geschätzt (entspricht etwa 5300 kWh, 1300 kg Hackschnitzel oder 500 Liter Heizöl). Die Verbrennungsrückstände können laut der Studie wieder auf die Felder ausgebracht werden.

Durch den Einsatz eines Brennwertkessels kann die Leistung (Nutzung der im Wasserdampf des Abgases enthaltenen Energie) deutlich erhöht werden (**Bild 3**). In konventionellen Biomassekraftwerken wird meist Waldhackgut eingesetzt, welches relativ hohe Wassergehalte von 35-50 Gew% aufweist. Dies hat hohe Wasserdampfgehalte im Abgas zur Folge. Wird diese Wassermenge über das Abgas ausgestoßen, fällt der thermische Wirkungsgrad des Kessels ab und das notwendige Brennstoffaufkommen steigt, weil die Verdampfungs-/Kondensationswärme ungenützt bleibt. Die Kesselanlagen kommen allerdings mit dem feuchten Brennstoff gut zurecht was die Betriebsführung und Temperaturverteilung im Kessel betrifft.

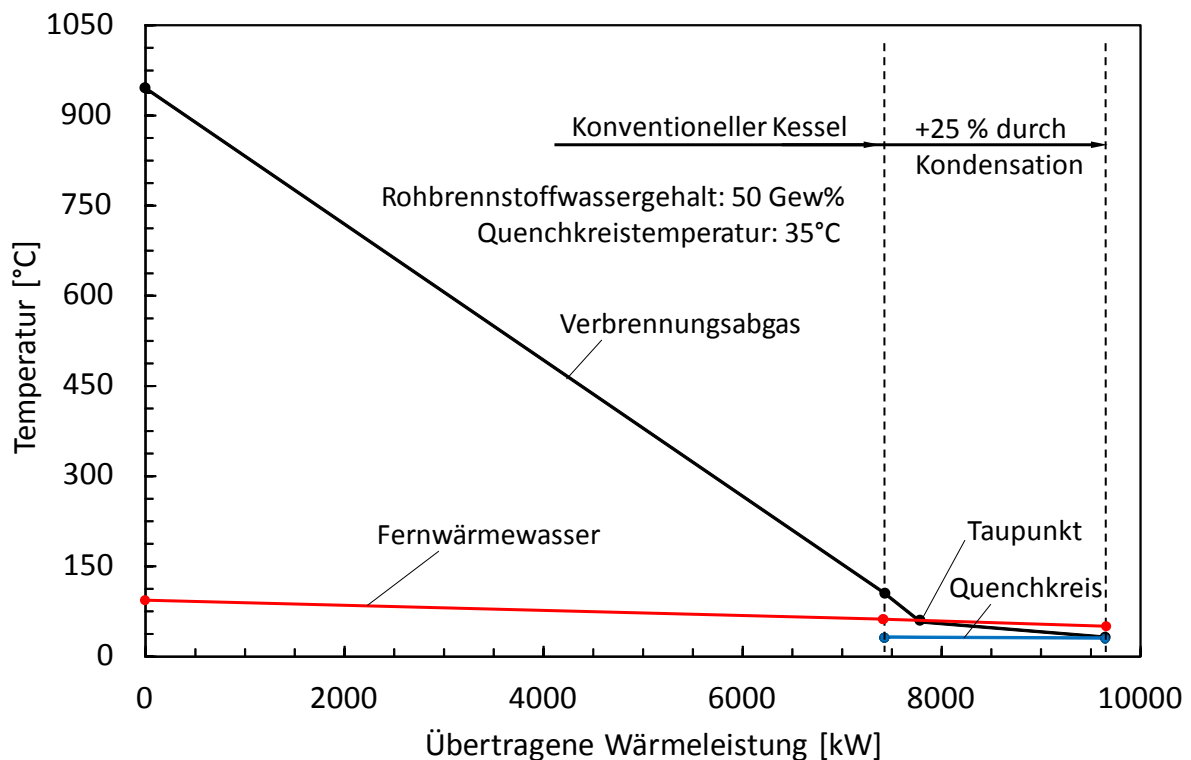


Bild 3: Erzielbarer Energiegewinn durch Rauchgaskondensation in Biomasseheizwerken (Beispiel)

Figure 3: Achievable heat output improvement with a condensing boiler (example figure).

Die Wirksamkeit eines (passiven) Brennwertkessels wird jedoch lokal begrenzt von der Temperatur des Fernwärmenetz-Rücklaufs. Ist diese Temperatur zu hoch, kann nicht die volle Wassermenge auskondensiert werden und die erhoffte Einsparung bleibt aus. Korrosionsprobleme an Wärmeüberträgern haben außerdem verhindert, dass sich diese Technologie im Biomassebereich etabliert, obwohl sie bei Öl-&Gasbrennern bereits zum Stand der Technik zählt [46]. Der in **Bild 4** dargestellte gemeinsame Einsatz von Quench- und Wärmepumpentechnologie zur „aktiven“ Rauchgaskondensation stellt einen eleganten Ansatz zur Optimierung solcher Anlagen dar. Durch Eindüsen von Prozesswasser wird heißes Abgas unter den Taupunkt abgekühlt und die im Gas enthaltene Feuchte kondensiert zum großen

Teil. Durch diese Vorgehensweise werden Korrosionsprobleme vermieden, da die ebenfalls kondensierenden sauren Komponenten nur in verdünnter Form auftreten. Das Quenchwasser gibt dann seine Wärme über einen Wärmepumpenkreislauf an den Rücklauf des Fernwärmenetzes ab. Durch den geringen Temperaturhub von 20 - 40 °C erreichen die Wärmepumpen gute Leistungsziffern. Zudem erfolgt die Wärmeaufnahme bei Wärmepumpen bei konstantem Temperaturniveau und die Rückvermischung im Quenchwasserkreis wirkt sich demnach nicht auf die Effizienz der Wärmepumpe aus. Diese kostengünstige Technologie ersetzt korrosionsbeständig auszuführende Wärmeüberträger und die erforderlichen Wärmepumpen sind am Markt verfügbar.

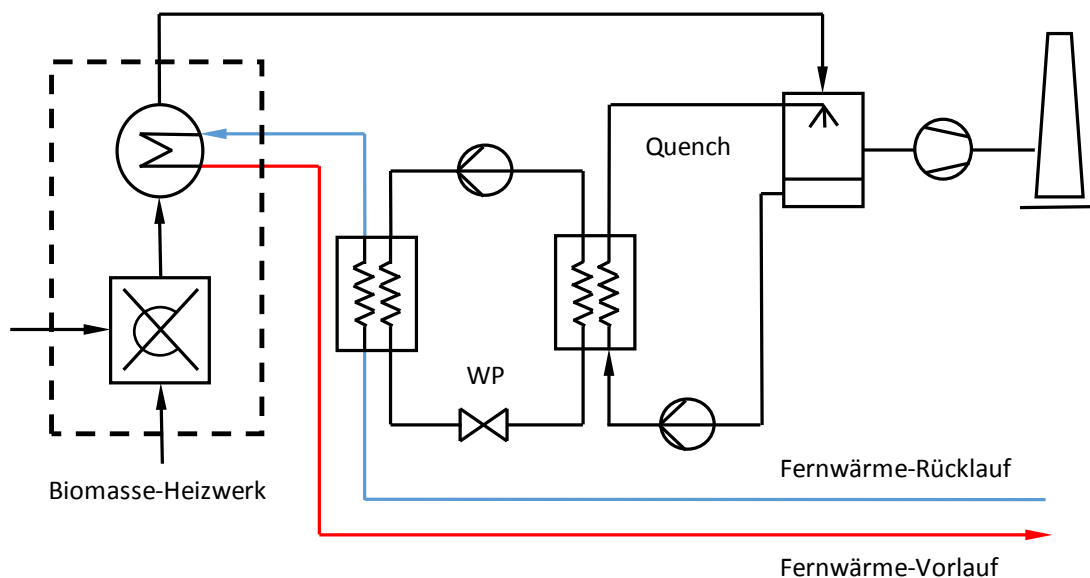


Bild 4: Schema einer aktiven Rauchgaskondensationsanlage mit Wärmepumpe

Figure 4: Condensing boiler with active heat integration using a heat pump

Die Technologie der aktiven Rauchgaskondensation mit Wärmepumpen wurde von österreichischen und schwedischen WissenschaftlerInnen untersucht und für Anlagen ab 50 kW [47] bzw. 100 kW [46] für wirtschaftlich befunden. Ein großer Teil der Kondensationswärme kann wiedergewonnen werden und das zeigt sich deutlich in einer Kostenrechnung [46]: Für ein 10 MW Biomasseheizkraftwerk betragen die jährlichen Einsparungen etwa 100.000 €. Dem gegenüber stehen Investitionskosten von rund 400.000 € (Energie-&Heizkostenpreise Feb.2012, 120 °C Abgastemp., 50 °C Rückflusstemp., 4 % Zinsen). Drei österreichische Biomasseheizwerke in St.Gilgen, Flachau sowie Tamsweg wurden bis Ende 2013 mit der Technik der aktiven Rauchgaskondensation ausgestattet.

Zusammenfassung und Ausblick

Vor dem Hintergrund einer immer größer werdenden Ressourcenknappheit stellt sich die große Herausforderung, eine leistungsfähige, klimaschonende und importunabhängige Energieversorgung aufzubauen. Die Landwirtschaft kann hierbei, vor allem auch durch die Erschließung neuer Potentiale, welche sich etwa durch die Nutzung von Reststoffen ergeben, einen wesentlichen Beitrag leisten. Mittels thermo-chemischer Umwandlung können hochwertige Biotreibstoffe der ersten und zweiten Generation produziert werden. Ein möglicher Weg zur Herstellung führt über Synthesegas aus dem eine ganze Reihe an Kraftstoffen wie Fischer-Tropsch Diesel, Ottokraftstoffe, Wasserstoff, Methanol, Kerosin etc. erzeugt werden kann. Um landwirtschaftliche Reststoffe effizient zur Erzeugung von Biogas nutzen zu können, ist ein Vorbehandlungsschritt zum Aufschluss der Ligno-Zellulose-Komplexe empfehlenswert. Ein aussichtsreiches Verfahren hierbei ist die thermisch-physikalische Vorbehandlung (sog. Steam Explosion), welche bereits in Pilotanlagen getestet wird. Immer häufiger dienen organische Reststoffe als Substrate zur Biogasgewinnung, was eine Anpassung der Lager- und Konservierungssysteme unumgänglich macht, da diese Stoffe für eine Silierung oft zu trocken, für eine trockene Lagerung jedoch zu feucht sind. Eine weitere Möglichkeit, agrarische Stoffe zu nutzen, ergibt sich durch Verbrennung. Es herrschen aber im Vergleich zu Holz geänderte Prozessbedingungen, verursacht durch einen höheren Aschegehalt, geringeren Ascheerweichungspunkt, erhöhte Konzentration an Schadstoffen und starke Schwankungen bei den Brennstoffeigenschaften. Eine alternative Nutzungsstrategie bietet sich durch die Torrefizierung als Vorbehandlungsschritt (milde Pyrolyse unter Sauerstoffabschluss) an, wodurch u.a. die Energiedichte erhöht wird. Systeme, welche die Energiegewinnung via Photovoltaikpaneele mit dem Anbau von Feldfrüchten kombinieren, entschärfen die Flächenkonkurrenz da sie die Flächen mehrfach nutzen. Die allgemeine Knappheit an Energieträgern zeigt sich auch in der Entwicklung von landtechnischen Maschinen und Geräten, um den Energieeinsatz zu senken und die Effizienz zu steigern. Ein Beispiel hierfür ist der Einsatz von GPS-gestützten automatischen Lenksystemen bei Traktoren und selbstfahrenden Landmaschinen.

Die veränderten Rahmenbedingungen in den vergangenen Jahren haben die limitierte Verfügbarkeit von Ackerfrüchten gezeigt. Die bisher verfolgten Strategien der stofflichen und energetischen Nutzung von Ackerfrüchten als Substitut fossiler Rohstoffe kann nicht ohne Konkurrenz zur menschlichen Ernährung erreicht werden. Diese Konkurrenzsituation kann nur dann aufgelöst werden, wenn agrarische Nebenprodukte stofflich und energetisch genutzt werden und gleichzeitig die Versorgung des Bodens mit Nährstoffen und humusbildenden Stoffen nicht außer Acht gelassen wird. Um eine nachhaltige Nutzungsstrategie entwickeln zu können, müssen die Biomassepotentiale in nachhaltigen Produktionssystemen mit dem Ziel der Erfüllung der 4F (Food, Feed, Fiber and Fuels) unter Berücksichtigung lokaler Diversität detailliert erhoben werden.

Literatur

- [1] FAO, 2013. World Food Situation [Online]. Available: <http://www.fao.org/worldfoodsituation/FoodPricesIndex/en/>.
- [2] Mitchell, D., 2008. A Note on Rising Food Prices. Policy research working paper 4682. Washington, D.C., The World Bank, Development prospect Group.
- [3] FAO 2008. The State of Food and Agriculture 2008, Biofuels: Prospects, Risks and Opportunities. Agricultural Biotechnology-meeting the Needs of the Poor. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- [4] Glaser J.A. 2009. Right to food and agrofuels. Clean Technologies and Environmental Policy, 1-4.
- [5] mixBioPells. 03/2014. [Online]. Available: <http://www.mixbiopells.eu/de/home.html>.
- [6] O'Connor, D. 2013. Advanced Biofuels – GHG Emissions and Energy Balances, Report IEA Bioenergy Task 39.
- [7] Kaltschmitt, M., Hartmann, H., Hofbauer, H. 2009. Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren. Springer Verlag, Berlin.
- [8] Rauch, R., Hrbek, J., Hofbauer, H. 2013. Biomass gasification for synthesis gas production and applications of the syngas. Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment.
- [9] bioliq. 03/2014. [Online]. Available: <http://www.bioliq.de/>.
- [10] Sauer, J., Ceccarelli, C. 2014. Designer-Kraftstoffe aus biogenen Resten. Trendbook Nachhaltige Papierwirtschaft 2013/2014, <http://www.bioliq.de/97.php>.
- [11] Radtke, K. 2012. Uhde's fluidised bed and entrained flow gasification technologies for biomass and coal. in: SGC International Seminar on Gasification 2012. Stockholm, Sweden, October 18–19, 2012.
- [12] Ifpenergiesnouvelles, 2014. <http://www.ifpenergiesnouvelles.com/axes-de-recherche/energies-renouvelables/carburants-ex-biomasse>, 28. März 2014
- [13] Rauch, R. 2012. CHP-Plant Güssing, Austria. in: Handbook Biomass Gasification Second Edition. , (Ed.) H. Knoef, BTG Biomass Technology Group BV, pp. 32-36.
- [14] Rehling, B. 2012. Development of the 1MW Bio-SNG plant, evaluation on technological and economical aspects and upscaling considerations, PhD thesis, Vienna University of Technology.
- [15] Gobigas, 03/2014. [Online]. Available: http://gobigas.goteborgenergi.se/En/About_us
- [16] Bauer, A., Lizasoain, J., Theuretzbacher, F., Agger, J.W., Rincón, M., Menardo, S., Saylor, M.K., Enguádanos, R., Nielsen, P.J., Potthast, A., Zweckmair, T., Gronauer, A., Horn, S.J. 2014. Steam explosion pretreatment for enhancing biogas production of late harvested hay. Bioresource Technology, 166, pp. 403-410.
- [17] Estevez, M.M., Sapci, Z., Linjordet, R., Schnürer, A., Morken, J. 2014. Semi-continuous anaerobic co-digestion of cow manure and steam-exploded Salix with recirculation of liquid digestate Journal of Environmental Management, 136, pp. 9-15.

- [18] Risberg, K., Sun, L., Levén, L., Horn, S.J., Schnürer, A. 2013. Biogas production from wheat straw and manure - Impact of pretreatment and process operating parameters. *Bioresource Technology*, 149, pp. 232-237.
- [19] Vivekanand, V., Ryden, P., Horn, S.J., Tapp, H.S., Wellner, N., Eijssink, V.G.H., Waldron, K.W. (2012) Impact of steam explosion on biogas production from rape straw in relation to changes in chemical composition. *Bioresource Technology*, 123, pp. 608-615.
- [20] Zeller, V., Weiser, C., Hennenberg, K., Reinicke, F., Schaubach, K., Thrän, T., Vetter, A., Wagner, B. 2012. Basisinformationen für eine nachhaltige Nutzung von landwirtschaftlichen Reststoffen zur Bioenergiebereitstellung. DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
- [21] Möller, K. 2011. Biogas im Öko-Landbau: Ist die Vergärung von Biomasse und Reststoffen nachhaltig?, *Naturland Nachrichten*.
- [22] Möller, K., Schulz, R., Müller, T. 2009. Mit Gärresten richtig Düngen. Aktuelle Informationen für Berater, Universität Hohenheim. Institut für Pflanzenbau.
- [23] Reinhold, G. 2013. Gärrückstände. Positiver Einfluss auf den Humusgehalt. *Biogas Journal*, 6/2013.
- [24] Reinhold, J. 2008. Potenziale der Kreislaufwirtschaft (Aufkommen und Qualität) aus Anlagen, die Bioabfälle und nachwachsende Rohstoffe verarbeiten, Bundesgütegemeinschaft Kompost e. V.
- [25] Wopienka, E. 2011. Agrarische Brennstoffe für Biomassekleinfeuerungen. in: Mitteleuropäische Biomassekonferenz 2011, 26.-29. Jänner, Graz, Österreich.
- [26] Wopienka, E. 2009. Agricultural fuels – hope & reality. in: World Sustainable Energy Days, 25-27 Februar 2009, Wels.
- [27] Wild, M. 2014. Torrefaction – International Overview of Developments on This Novel Technology, IEA Task 40 Torrefaction Workshop. in: Mitteleuropäische Biomassekonferenz 2014, 15.-17. Jänner, Graz, Österreich.
- [28] Koppejan, J., Sokhansanj, S., Melin, S., Madrali, S. 2012. Status overview of torrefaction technologies. IEA Bioenergy Task 32 report.
- [29] Ramke, H.-G., Blöhse, D., Lehmann, H.J., Antonietti, M., Fettig, J. 2010. Machbarkeitsstudie zur Energiegewinnung aus organischen Siedlungsabfällen durch Hydrothermale Carbonisierung. Deutsche Bundesstiftung.
- [30] Preinknoll, C. 2013. Experimentelle Parameter Variation bei der hydrothermalen Karbonisierung von nachwachsenden Rohstoffen, Masterarbeit. Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Verfahrens- und Energietechnik.
- [31] Dupraz, C., Marrou, H., Talbot, G., Dufour, L., Nogier, A., Ferard, Y. 2011. Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: Towards new agri-voltaic schemes. *Renewable Energy*, 36(10), 2725-2732.
- [32] Marrou, H., Guilioni, L., Dufour, L., Dupraz, C., Wery, J. 2013. Microclimate under agri-voltaic systems: Is crop growth rate affected in the partial shade of solar panels? *Agricultural and Forest Meteorology*, 177(0), 117-132.

- [33] Marrou, H., Wery, J., Dufour, L., Dupraz, C. 2013. Productivity and radiation use efficiency of lettuces grown in the partial shade of photovoltaic panels. *European Journal of Agronomy*, 44, 54-66.
- [34] Bennamoun, L. 2013. Integration of Photovoltaic Cells in Solar Drying Systems. *Drying Technology*, 31(11), 1284-1296.
- [35] Ceylan, I., Kaya, M., Gürel, A.E., Ergun, A. 2013. Energy Analysis of a New Design of a Photovoltaic Cell-Assisted Solar Dryer. *Drying Technology*, 31(9), 1077-1082.
- [36] Farkas, I. 2013. Integrated Use of Solar Energy for Crop Drying. *Drying Technology*, 31(8), 866-871.
- [37] Caenegem, L., Bollhalder, H., Dörfler, R., Gazzarin, C., Nydegger, F., Ott, H., Pasca, A., Schmidlin, A. 2009. Thermische Nutzung von In-Dach-Photovoltaikanlagen. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon.
- [38] Wulfmeier, K., Frerichs, L. 2012. Die Effizienzbewertung der Landtechnik - Herausforderungen durch die europäische Ökodesign-Richtlinie, Vol. 67, *Landtechnik* pp. 445 - 448.
- [39] Landerl, G. 2009. Untersuchungen zum Nutzen und zu Genauigkeiten von GPS-gestützten Parallelfahrssystemen (Lenkhilfe, Lenkassistent und Lenkautomat) bei Traktoren. , Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien.
- [40] Schwarz, H.-P., Hege, D. 2013. Einsparpotenziale durch RTK-gestützte Lenkautomaten im Freilandgemüsebau. *Landtechnik*, 68(3), 160-163.
- [41] Karner, J., Baldinger, M., Schober, P., Reichl, B., Prankl, H. 2013. Hybridsysteme für die Landtechnik. *Landtechnik*, 68(2), 126-129.
- [42] Reckleben, Y., Thomsen, H. 2013. Getriebevergleich bei Traktoren im Straßentransport. *Landtechnik*, 68(2), 126-129.
- [43] Reckleben, Y., Trefflich, S., Thomsen, H. 2013. Auswirkung der Abgasnorm auf den Kraftstoffverbrauch von Traktoren im praktischen Einsatz. *Landtechnik*, 68(5), 322-326.
- [44] Rossini, G., Toscano, G., Duca, D., Corinaldesi, F., Pedretti, E.F., Riva, G. 2013. Analysis of the characteristics of the tomato manufacturing residues finalized to the energy recovery. *Biomass and Bioenergy*, 51, 177-182.
- [45] Toscano, G., Riva, G., Duca, D., Pedretti, E.F., Corinaldesi, F., Rossini, G. 2013. Analysis of the characteristics of the residues of the wine production chain finalized to their industrial and energy recovery. *Biomass and Bioenergy*, 55, 260-267.
- [46] Hebenstreit, B., Schnetzinger, R., Ohnmacht, R., Höftberger, E., Lundgren, J., Haslinger, W., Toffolo, A. 2014. Techno-economic study of a heat pump enhanced flue gas heat recovery for biomass boilers. *Biomass and Bioenergy*.
- [47] Hebenstreit, B., Schnetzinger, R., Höftberger, E. 2012. Endbericht ActiveCond. Bioenergy2020+.
- [48] Europäisches Parlament: Richtlinie 94/12/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 über Maßnahmen gegen die Verunreinigungen der Luft durch Emissionen von Kraftfahrzeugen und zur Änderung der Richtlinie 70/220/EWG. Amtsblatt der Europäischen Union. 19. 4 1994, L100, S. 42-52.

- [49] Europäisches Parlament: Richtlinie 98/69/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 1998 über Maßnahmen gegen die Verunreinigung der Luft durch Emissionen von Kraftfahrzeugen und zu Änderung der Richtlinie 70/220/EWG des Rates. Amtsblatt der Europäischen Union. 28. 12 1998, L350, S. 1-57. Berichtigung in ABl. L104 vom 21.4.1999, S. 31.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Gronauer, Andreas; Bauer, Alexander; Aschauer, Christian; Moitzi, Gerhard; Pfeifer, Christoph; Zerobin, Florian; Pröll, Tobias: Energietechnik. Alternative Energien. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2014. S. 1-15

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055033>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/170.html>

Geschichte der Agrartechnik

Jürgen Hahn, FA Geschichte der Agrartechnik im VDI/MEG

Kurzfassung

Zeugnisse der Agrartechnikgeschichte sind die „eisernen“ Hinterlassenschaften, dazu Modelle, Schrifttum, Bilder und Filme. Hinzu kommen die Erinnerungen von Zeitzeugen, die verloren gingen, wenn sie niemand aufzeichnet. So vielfältig wie der Gegenstand der Agrartechnikgeschichte, so breit gefächert ist auch die Reihe der Akteure auf diesem Gebiet.

Der Fachausschuss „Geschichte der Agrartechnik“ der Max-Eyth-Gesellschaft will in seiner ehrenamtlichen Tätigkeit den Zugang zu den Schätzen erleichtern, sowohl für den technikgeschichtlich Interessierten, als auch für den Forscher, der die Wurzeln einer bestimmten Entwicklung besser verstehen möchte.

Museen, Bibliotheken, Archive, Vereine, Institute, Firmen, Sammler und „Schrauber“ können sich bei dieser schwierigen Aufgabe gegenseitig unterstützen. Das trifft in besonderem Maße für die Digitalisierung der wertvollen Quellen zu, weil ein abgestimmtes Vorgehen bei Erfassung, Metadaten-System und Präsentation das Finden des jeweils Gesuchten erleichtert und die Kompatibilität erhöht. Was bislang auf diesem Wege gelungen ist will dieser Beitrag vermitteln.

Schlüsselwörter

Agrartechnische Sammlung, Digitalisierung

Historical Development of Agricultural Engineering

J. Hahn, Tech. Committee Historical Development of Agricultural Engineering in VDI/MEG

Abstract

The evidences of the past from an agricultural engineering point of view are products made of iron. Moreover there are models, scriptures, pictures and movies. And there are memories of contemporary witnesses that would be lost if nobody recorded them. As manifold as is the number of topics in agricultural history as numerous is the number of protagonists in this field. In its voluntary activities the technical committee “Historical Development of Agricultural Engineering” in the VDI/MEG set out to facilitate the access to all of these treasures, both to the technically interested as well as to scientists that try to better understand the roots of designated developments.

Museums, libraries, archives, clubs, institutions, manufacturers, collectors and „do-it-yourselfers“ may join in this very difficult task. This is particularly important during digitization of all the sources of high value as only in this way the information acquisition, the established metadata system and the presentation, as well as the retrieval will be standardized and simplified. This paper will try to show what has already been achieved so far.

Keywords

Collection of Historical Agricultural Engineering, digitization

Museumsbesuch und Onlineauftritt

Bisher galt, dass erst über die Schriftzeugnisse fassbar wird, was man aus dem Erfahrenen als Geschichte versteht. Heute zeichnet sich ab, dass eine Überlieferung nur noch dann „ankommt“, wenn sie auch online verfügbar ist. Daher rührt das verstärkte Bemühen, agrartechnische Sammlungen und deren Exponate der interessierten Fachöffentlichkeit über das jederzeit abrufbare Digitalisat leichter zugänglich zu machen.

Macht das den Museumsbesuch etwa obsolet? Keineswegs! Zumal wir in Deutschland glücklicherweise das „**Deutsche Landwirtschaftsmuseum**“ gleich zweimal haben: <http://www.deutsches-landwirtschaftsmuseum.de>. Jeweils mit Sammlungen, die in Europa ihresgleichen suchen und mit ausgezeichneten museumspädagogischen Konzepten. Besuche in Hohenheim und in Blankenhain lohnen sich also gleichermaßen.



Bild 1: Deutsches Landwirtschaftsmuseum

Figure 1: German museum of agriculture

In dem Maße, wie sukzessive eine digitale Inventarisierung der umfangreichen Bestände gelingt, entstehen Objektdatenbanken, die den Zugang und die wissenschaftliche Erschließung wesentlich erleichtern. Diesem Weg hat sich die Deutsche Digitale Bibliothek (DDB) www.deutsche-digitale-bibliothek.de verpflichtet, die 30.000 deutsche Kultur- und Wissenschaftseinrichtungen wie Museen, Archive oder Bibliotheken vernetzen und über eine gemeinsame Plattform öffentlich zugänglich machen soll. Die DDB soll auf europäischer Ebene in die Europeana integriert werden: www.europeana.eu.

Hebt man die beiden Häuser des Deutschen Landwirtschaftsmuseums heraus, so muss man im gleichen Atemzug die vielen regionalen Agrarmuseen in Deutschland, aber auch in Österreich und der Schweiz nennen, die in ihren Ausstellungsbereichen und Depots unter anderem über historische Landmaschinen in großer Vielfalt und in prächtigem Erhaltungszustand verfügen.

Kann es übrigens eine bessere Bestätigung für die Zukunftsfähigkeit eines Museums geben, als wenn es einen Neubau erhält? Seit dem 7. September 2013 empfängt das „BARNIM PANORAMA Naturparkzentrum - **Agrarmuseum Wandlitz**“ seine Besucher in einem neuen Haus vor den Toren Berlins. Zum ersten Mal werden die Themen Natur, Landnutzung und Landtechnik unter einem Dach vereint. Die integrierte Ausstellung „Geformte und genutzte Landschaft“ versinnbildlicht das.

Hier fand auch das Agrarmuseums Wandlitz seine neue Heimstatt, das sich mit seiner fast 60jährigen Tradition zu einem Besuchermagnet weit über die Region hinaus entwickelt hat. Seine agrarhistorische Sammlung bildet den Grundstock der neuen Dauerausstellung mit der Landmaschinen- und Traktorenpräsentation als Herzstück. Der Kettenschlepper HANOMAG WD Z 25 von 1923, ein Allrad-LANZ-Bulldog von 1924 oder der CLAAS-Mähdreschbinder MDB aus dem Baujahr 1941 zählen zu den historischen Highlights. Traktoren, von der „Brockenhexe“ (1949) bis zum ZT 323 (1989), veranschaulichen den DDR-Traktorenbau von den Anfangsjahren bis zum Ende: <http://www.museum-wandlitz.de/>.

Die namhaften deutschen Landmaschinen-Unternehmen unterstützen die Museen vielfach großzügig und zeigen ihr Traditionsbewusstsein unter anderem in ihren Firmenjubiläen.

Eine Sternstunde, an der auch der Fachausschuss „Geschichte der Agrartechnik“ im Rahmen seiner Jahressitzung 2013 teilhaben konnte, war das **Jubiläum „150 Jahre Landtechnik aus Leipzig – von Rudolf Sack bis AMAZONE“**.

Das im Mai 1863 von Rudolf Sack gegründete Unternehmen, die Rud. Sack Landmaschinen KG, konnte sich seinerzeit rasch zur größten Landmaschinenfabrik Deutschlands entwickeln. Das heutige Nachfolgeunternehmen, die BBG Bodenbearbeitungsgeräte Leipzig GmbH & Co. KG, ist ein Tochterunternehmen der AMAZONE-Gruppe, die an historischer Stätte in Leipzig eine würdige Festveranstaltung ausrichtete. Den Abschluss bildete eine Ehrung des Landtechnik-Pioniers am restaurierten Grabmal der Familie Sack auf dem Friedhof in Leipzig-Plagwitz [1 bis 3].

Digitalisierung von wertvoller historischer Landtechnikliteratur

Auf einen besonders reichhaltigen Schatz landtechnischen Schrifttums wurde bereits im Jahrbuch Agrartechnik 2012 aufmerksam gemacht [4]. Mit dem Ziel, Altes zu sichern und für eine spätere Digitalisierung und wissenschaftliche Auswertung vorzuhalten, sind im **Agrarhistorischen Archiv Prillinger** etwa 700.000 unterschiedliche Belege aus mehr als drei Jahrhunderten bewegter Landtechnik-Geschichte abgelegt: www.prillinger-archiv.at.

Große Fortschritte wurden im zurückliegenden Jahr auch bei der **Digitalisierung ausgelaufener Zeitschriftenreihen der Agrartechnik** gemacht. Der Initiator Prof. Dr. Griepentrog vom Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim schreibt in seinem

Editorial zur digitalen Ausgabe der 1990 eingestellten Fachzeitschrift Grundlagen der Landtechnik: „Die Grundlagen der Landtechnik in digitaler Form zu präsentieren, trägt dem Anspruch des modernen Wissenschaftsalltags Rechnung. Was heute nicht in digitaler Form vorliegt, existiert zwar, wird aber ... nur noch bedingt wahrgenommen. Um den enormen Fundus an qualitativ hochwertigen Forschungsergebnissen der Grundlagen der Landtechnik vor dem ‚Verstauben‘ in Archiven zu bewahren, ... haben wir die Zeitschrift digitalisiert und als Open Journal System (OJS) im System Public Knowledge Project (PKP) für Wissenschafts- und Forschungszwecke kostenlos ins Netz gestellt. Über Autoren-, Titel-, Abstract- und Volltextsuche sind nun 25 Jahre profunde Landtechnikforschung mühelos zu erschließen: <http://440ejournals.uni-hohenheim.de/index.php/Grundlagen>.“

Ermutigt durch die durchweg positiven Erfahrungen bei der Rezeption der digitalen „Grundlagen ...“ (11200 Besucher in 7 Monaten) und auch dank tatkräftiger Unterstützung durch Dr.-Ing. Krombholz können weitere analoge Schätze der agrartechnischen Fachliteratur „gehoben“ werden. In Vorbereitung befinden sich die „Grundlagen der Landtechnik - Konstrukteurhefte“ (erschieden 1951 bis 1964), die „Deutsche Agrartechnik – agrartechnik“ (erschieden 1951 bis 1990) sowie die „Agrartechnische Forschung“ (erschieden 1995 bis 2007).

Darüber hinaus gilt die Aufmerksamkeit des Fachausschusses „Geschichte der Agrartechnik“ weiterhin den Persönlichkeiten, Unternehmen, Erzeugnissen und Ereignissen, die die Entwicklung der Agrartechnik in den zurückliegenden 150 Jahren nachhaltig geprägt haben. Dies kann in ausführlicher, monografischer Form geschehen [2, 3, 5]. Noch breitenwirksamer können aber wiki-ähnliche Kurzberichte über prägende Persönlichkeiten, Produkte und Produzenten der Agrartechnikgeschichte sein – ein Genre, für das Dr.-Ing. Krombholz mit Hingabe sammelt und um tätige Mithilfe wirbt.

Zu den erfolgreichen Kernprojekten des Fachausschusses Geschichte der Agrartechnik gehört zweifellos AgTecCollection in mediaTUM. Mit diesem technikgeschichtlichen Datenbank-Projekt hat sich Prof. Dr. Auernhammer seit etwa 12 Jahren um das Digitalisieren und Zugänglichmachen agrartechnischer Foto- und Schrifttumssammlungen verdient gemacht [6]. Inzwischen ist die Saat reichlich aufgegangen.

Mit Stand November 2013 zeigt die Nutzungsstatistik 687.000 Gesamtzugriffe aus 86 Ländern, darunter etwa 34.000 Gesamtdownloads für Bilder und etwa 10.000 Gesamtdownloads für Schriften. Die detaillierte Statistik (**Tabelle 1**) reicht bis zum 31.12.2012.

Tabelle 1: Publikations-, Zugriffs- und Downloadstatistik 07/2009 – 12/2012 [Auernhammer]
Table 1: Statistics of publication accesses and downloads 07/2009 – 12/2012 [Auernhammer]

Statistik „AgTecCollection in mediaTUM®, Stand 12/2012						
Publikationsjahr in mediaTUM®		2009	2010	2011	2012	Summe
Zugriffe AgTecCollection		37.641	78.600	242.200	150.379	508.820
Bilder	Publiziert	6.856	8.723	6.342	4.907	35.839 *
	Download-IDs	927	17.841	5.201	4.802	20.170
	Download-Summe	1.348	43.135	9.235	8.543	62.261
Schriften	Publiziert	42	180	19	3	244
	Download-IDs	39	222	176	200	244
	Download-Summe	328	1.705	3.494	3.310	8.837
* Inklusive der 3.872 Bilder aus der Testphase zu Publikationsbeginn in 7/2009 und inklusive der 5.139 Bilder der Humboldt-Universität zu Berlin, publiziert in 2008						

Auf das überdurchschnittlich große Interesse der Schlüter-Fans lässt **Bild 2** schließen, mit 204 Abrufen der Spitzenreiter bei den Bildern (ID=00730653).



Bild 2: SCHLÜTER-Traktor mit 8-scharigem GASSNER Kehrpflug

Figure 2: SCHLÜTER tractor with 8 body Gassner reversible moldboard plows

Mit 86 Downloads ganz weit vorn liegt aber auch **Bild 3**, das auf vorwiegend wissenschaftliches Interesse schließen lässt (ID=00012357). In der Rangliste der Schriften-Downloads führt eine Dissertation aus dem Jahre 2011 (ID=00997197).

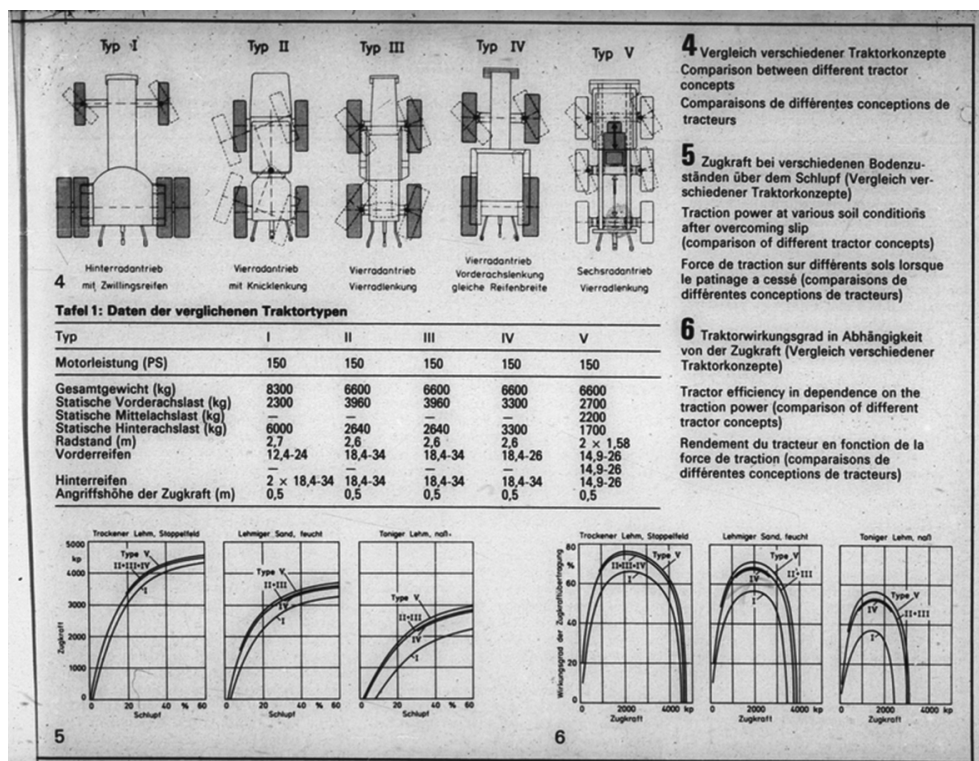


Bild 3: Traktorbauarten mit wichtigen Kenngrößen zu Leistung, Zugkraft und Wirkungsgrad
Figure 3: Tractor concepts with characteristic numbers of performance, tractive power and system effectiveness

Jeder Beitrag zur Agrartechnikgeschichte verdient Anerkennung. Sei es das Sammeln von Sachzeugnissen oder das Aufbereiten durch Sichten, Katalogisieren und Digitalisieren. Der Fachausschuss Geschichte der Agrartechnik hätte seinen selbst gestellten Auftrag dann erfüllt, wenn er beim Zugänglichmachen der Schätze koordinierend wirken könnte.

Literatur

- [1] AMAZONE-Pressemitteilung „150 Jahre Rudolph Sack“;
<http://www.amazone.de/2935.asp>.
- [2] Lucius, J.: Rudolf Sack, ein deutscher Pionier der Landtechnik des 19. Jahrhunderts.
In: „Der Goldene Pflug“, Stuttgart (Hohenheim) Ausgabe 33/2011
- [3] Dreyer, K.: Die Geschichte der BBG - Von Rudolf Sack bis AMAZONE. Frankfurt: DLG-Verlag 2009.
- [4] Hahn, J.: Geschichte der Agrartechnik. In: Jahrbuch Agrartechnik 2012, S. 254 - 260;
<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00043483>.
- [5] Weiste, H.: Das ACCORD PNEUMATIC - System – Von der Erfindung zur weltweiten Anwendung. Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag 2013.
- [6] Auernhammer, H. et al.: Digitalisierte Bilder und Schriften Agrartechnik in der „AgTecCollection in mediaTUM®“. Referate der 33. GIL-Jahrestagung, Febr. 2013, Potsdam; <http://mediatum.ub.tum.de/node?id=1172013>.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Hahn, Jürgen: Geschichte der Agrartechnik. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2014. S. 1-7

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055035>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/150.html>

Ein wechselvolles Jahrhundert landtechnischer Ausbildung und Forschung an der Universität Leipzig

Klaus Krombholz, Stockach

Kurzfassung

Setzt man den hoffnungsvollen Start der landtechnischen Lehre und Forschung an der Universität Leipzig im Jahre 1892 als Anfang, hätte das 100-jährige Jubiläum nach einer wechselvollen, teilweise sehr erfolgreichen Entwicklung im Jahre 1992 gefeiert werden können. Leider wurden die 100 Jahre nicht ganz erreicht, da zu diesem Zeitpunkt die Landtechnik an der Leipziger Universität praktisch schon nicht mehr existierte.

Schlüsselwörter

Landtechnik, Lehre, Forschung

An eventful century of education and research in agricultural Engineering at the Leipzig University

Klaus Krombholz, Stockach

Abstract

If the hopeful beginning of agricultural engineering education and research at the Leipzig University is dated in 1892, they would celebrate the 100th anniversary after an eventful, sometimes very successful development in 1992. Unfortunately the hundred years were not reached, because the agricultural engineering practically no longer existed at the Leipzig University.

Keywords

Agricultural engineering, education, research

Ein wechselvolles Jahrhundert landtechnischer Ausbildung und Forschung an der Universität Leipzig

Die 1409 gegründete Universität Leipzig ist nach Heidelberg die zweitälteste Universität der Bundesrepublik Deutschland. Bereits 1415 entstand die Medizinische und 1446 die Juristische Fakultät. Ab Mitte des 18. Jh. stand im Rahmen der Kameralistik auch die Landwirtschaftslehre auf dem Lehrprogramm. Ein landwirtschaftliches Institut wurde 1869 unter der Leitung von Adolph Blomeyer an der Philosophischen Fakultät eingerichtet. Sein Nachfolger Wilhelm Leopold Kirchner hat von 1890 bis 1920 als Institutsdirektor gewirkt und in dieser Zeit vor allem durch Erweiterung der Versuchsfelder und Labors den Bereich Landwirtschaft ausgebaut. Mit Zunahme des Lehrumfanges entstanden zwei weitere Institute, die weiterhin Bestandteil der Philosophischen Fakultät waren. Erst 1951 wurde daraus eine eigenständige Landwirtschaftliche Fakultät gegründet, die auch das Promotionsrecht zum Dr. agr. erhielt.

Der Beginn der Landtechnik und die Ära „Strecker“

Mit dem Einstieg von Kirchner im Jahre 1890 kam es auch zur Genehmigung einer ersten „außerordentlichen Professur für Landwirtschaftliches Maschinen- und Meliorationswesen“, die jedoch erst 1892 mit Prof. Dr. phil. Dr.-Ing. h. c. August Otto Föppl besetzt werden konnte. Föppl hatte 1869-1874 an den Technischen Hochschulen Darmstadt, Stuttgart und Karlsruhe Bauingenieurwesen und Physik studiert und wirkte von 1877-1892 an der Gewerbeschule in Leipzig. Schwerpunkt seiner Lehraufgaben an der Universität war das Meliorationswesen. Bereits nach zwei Jahren folgte Föppl dem Angebot auf eine ordentliche Professur für technische Mechanik an der Technischen Hochschule München.

Sein Nachfolger wurde 1895 Prof. Dr. phil. **Wilhelm Strecker**. Als Sohn eines Rittergutsbesitzers absolvierte Strecker nach einigen Jahren Tätigkeit in der Landwirtschaft von 1878 bis 1883 an der Landwirtschaftlichen Akademie in Bonn-Poppelsdorf ein Studium in Naturwissenschaften, Kulturtechnik und Landwirtschaft. Es folgten kurze Weiterbildungsaufenthalte in Holland und Belgien. 1884 ging Strecker an das Landwirtschaftliche Institut der Universität Göttingen. Dort promovierte er 1886 mit der Dissertation über die Stickstoffanreicherung des Bodens beim Anbau von Leguminosen zum Dr. phil. Danach war er als Dozent für Bodenkunde, Bonitierung, Vermessungstechnik, Meliorationswesen, Wasserwirtschaft, Grünland sowie landwirtschaftliche Maschinen- und Gerätekunde tätig. Neben der Lehre in Göttingen war er Geschäftsführer der vom dortigen landwirtschaftlichen Zentralverein gegründeten Maschinen-Prüfungs-Station. 1888 übernahm Strecker Aufgaben bei der Kommission für Landeskultur in Kassel, ab 1890 war er Leiter einer Kommission für Kulturtechnik in Witzenhausen.

Sein Lehrauftrag am Landwirtschaftlichen Institut Leipzig erstreckte sich auf Bodenkunde, Grünlandlehre, Kulturtechnik und Maschinenkunde. Sein Wirken ist durch beispiellose Vielseitigkeit gekennzeichnet. Neben seiner Lehrtätigkeit leitete Strecker viele Jahre die Maschinen-Prüfstelle des Sächsischen Landeskulturrats. Aus diesem Bereich lieferte er über 100 Prüfberichte.

Viele der von ihm publizierten Schriften sind zum klassischen Bestand der Landwirtschaftsliteratur zu zählen. Dazu gehören die jeweils in mehreren Auflagen erschienenen Werke „Die

Kultur der Wiesen, ihr Wert, ihre Verbesserung, Düngung und Pflege“, „Feldmessen und Nivellieren“, „Vorbereitung und Bearbeitung des Bodens zur Pflanzenkultur“.

Zu den landtechnischen Publikationen zählt der 1909 erschienene Titel „Landwirtschaftliche Maschinen und Geräte“. Beiträge zur landtechnischen Entwicklung hat er unter anderem mit Lösungen zum Jauchedrill, zum Kartoffellegen, für Beregnungsanlagen sowie mit seiner Konstruktion eines „Maschinenpferdes“ als Zugmaschine geleistet.

Mit einer Amtsdauer von 32 Jahren war er einer der bedeutendsten Lehrer der Landwirtschaft an der Universität Leipzig. Als er 1927 der Emeritierung zustrebte, musste man für die von ihm vertretenen Lehrgebiete nach drei Nachfolgern suchen.

Die Landtechnik etabliert sich als eigenständiges Ordinariat

Nach der Emeritierung von Strecker erhielt das Institut für Landmaschinenlehre ein eigenes Ordinariat. Als ordentlicher Professor konnte Dr. phil. **Hans Holldack** das Erbe von Strecker antreten und weiterentwickeln.

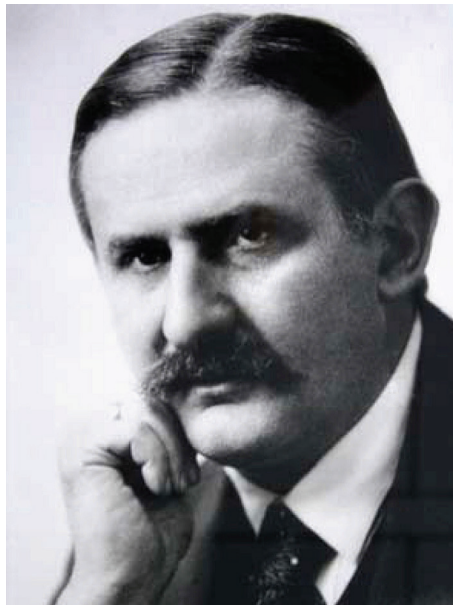


Bild 1: Prof. Dr. Hans Holldack
Figure 1: Prof. Dr. Hans Holldack

Holldack hatte nach einer technischen Berufsausbildung von 1900 bis 1904 an der Universität Königsberg und an der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin Landwirtschaft und anschließend bis 1908 Ingenieur-Wissenschaften an der TH Danzig studiert.

Als Inhaber des Lehrstuhls und Direktor des Instituts für Landmaschinenlehre der Universität Leipzig war Holldack auch Direktor der Maschinen-Prüfungsstation der Sächsischen Landwirtschaftskammer. Außerdem hatte er das Amt eines geschäftsführenden Direktors der Vereinigten Landwirtschaftlichen Institute der Universität Leipzig, einer Vorstufe der späteren Landwirtschaftlichen Fakultät.

An der Universität Leipzig arbeitete er weiter an den von ihm entwickelten Methoden der Bodenfräskultur und leistete damit einen Beitrag dafür, dass sich diese Art der Bodenbe-

arbeitung vor allem im Gartenbau durchsetzte. Dem Institut gliederte er ein bodentechnologisches Laboratorium an, an dem er die auf dem Gieshof begonnenen physikalischen Bodenuntersuchungen fortsetzte. Die enge Verbindung von Wissenschaft und Praxis und eine zeitnahe anschauliche Wissensvermittlung waren ein Hauptanliegen seines pädagogischen Wirkens, das sich auf die Studierenden und die praktisch tätigen Landwirte erstreckte.

Zahlreich sind die Veröffentlichungen Holldacks in Form von Flugschriften für die Praxis und Publikationen in den Zeitschriften, die vor allem maschinentechnische Fragen behandeln. Eine ganze Studentengeneration zehrte von seinem mehrfach aufgelegten Lehrbuch „Maschinenlehre für Landwirte“.

1933 schied er auf eigenen Wunsch aus, um einer Entlassung aus rassistischen Gründen zuvorzukommen. Während dieser Unterbrechung hatte er 1935/1936 Professuren an Hochschulen im Iran wahrgenommen. Nach Kriegsende wurde Holldack 1945 durch die Universität Leipzig mit dem Status eines „Opfers des Faschismus“ in seiner ursprünglichen Funktion und mit Wiederherstellung der ihm zeitweilig entzogenen Rechte neu bestätigt.

Nach dem Ausscheiden von Holldack übernahm Dipl.-Ing. Walter Renard die Lehraufgaben. Renard hatte von 1924 bis 1929 an der TH Dresden Maschinenbau studiert und 1929 am Institut für Landmaschinenlehre seine Assistenz begonnen. 1935 übernahm er die Leitung der Maschinenberatungsstelle der Landesbauernschaft in Dresden. 1937 wurde Renard zunächst mit der kommissarischen Leitung des Institutes beauftragt und im gleichen Jahr zum außerordentlichen Professor ernannt. Bereits 1939 übernahm Renard Aufgaben der Reichsregierung in den besetzten Gebieten Polens und war ab diesem Zeitpunkt für das Institut nicht mehr wirksam.

Neubeginn und viele Interimslösungen

Nach seiner erneuten Amtsübernahme am 01.09.1945 bemühte sich Holldack im Zusammenwirken mit Prof. Arland (Bereich Acker- und Pflanzenbau) um die Wiederherstellung der Arbeitsfähigkeit der Landwirtschaftlichen Institute und den Aufbau einer Forschung, die mit bescheidenen Mitteln in den weitgehend zerstörten Institutsgebäuden auf dem Gebiet der Bodenbearbeitung begann. In diese Zeit fallen auch die ersten Versuche, für die Landtechnik mit dem Aufbau einer Versuchsstation in Markkleeberg die notwendigen Entwicklungsbedingungen zu schaffen, die 1946 jedoch scheiterten.

Holldack begrenzte sein Wirken nicht allein auf die Lehr- und Forschungsaufgaben auf dem Gebiet der Landtechnik. Er hatte immer die Entwicklung der gesamten Landwirtschaft im Blickfeld. In diesem Sinne nahm er um 1948 eine umfangreiche Vortrags- und Publikationstätigkeit auf, wobei die Bodenfruchtbarkeit, die Anwendung technischer Arbeitsmittel und die Gestaltung der landwirtschaftlichen Ausbildung Schwerpunkte waren.

Die Jahre 1949/1950 widmete Holldack dem Vorhaben, der Landtechnikwissenschaft eine gesamtdeutsche Arbeitsbasis zu schaffen. In einer gesamtdeutschen Sitzung Land- und Forstwirtschaft in Eisenach wurde im Mai 1950 ein Gesamtdeutscher Ausschuss Technik gebildet. Holldack erhielt den Vorsitz. Durch die unterschiedliche politische Orientierung in Ost und West scheiterte dieses Unternehmen. Im August 1950 verstarb Holldack kurz vor Vollendung seines 71. Lebensjahres.

Eine adäquate Nachfolge für Holldack zu finden, ist zunächst nicht gelungen. So wurde Prof. Otto Rosenkranz, Direktor des Instituts für Betriebs- und Arbeitsökonomik Gundorf der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften und Direktor des Instituts für Landwirtschaftliche Betriebslehre an der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Leipzig, zusätzlich mit der kommissarischen Leitung des Instituts beauftragt. Die operative Lehr- und Forschungstätigkeit lag in der Hand von Dipl.-Ing. Franz Ruhnke, der seit 1951 als Assistent bzw. Oberassistent am Institut tätig war.

Neben seiner betriebs- und arbeitsökonomischen Lehr- und Forschungstätigkeit hat Rosenkranz während der fünfjährigen kommissarischen Leitung auch dem Institut für Landmaschinenlehre eine grundlegende und fortbestehende Orientierung für die Forschung gegeben. So entstanden in dieser Zeit in Zusammenarbeit mit dem Institut für Landmaschinenlehre auf dem Versuchsgut Gundorf ein Karussellmelkstand mit 8 Melkbuchten (der erste dieser Art in Europa) für einen offenen Laufstall, ein Tandem-Melkstand im Betrieb Klosterhäseler, eine Hühner-Bodenintensivhaltung mit automatischer Kettenfütterung, eine Biogasanlage sowie eine Schrägrost-Trocknungsanlage für Grünfutter mittels Heißluft.

Am 15.10.1955 wurde Ruhnke mit der Wahrnehmung der Geschäfte des Institutsdirektors beauftragt. Ruhnke hatte an der Technischen Universität Berlin Allgemeinen Maschinenbau studiert. Nach der Rückkehr aus englischer Kriegsgefangenschaft 1946 war er zunächst als Redakteur und danach bis 1951 für die Zentrale für Landtechnik Berlin tätig.

Von Ruhnke wurde die Themenvielfalt in der Forschung auf die „Bodentechnologie-Frästechnik“ und die Entmistungstechnologie konzentriert und das maschinelle Melken als neue Arbeitsrichtung aufgenommen. Er hat damit den Grundstein dafür gelegt, dass in der Folgezeit die Entwicklung der Milchgewinnungstechnik in der DDR maßgeblich von den Arbeiten des Instituts für Landmaschinenlehre der Universität Leipzig mitbestimmt wurde. Von Ruhnke stammen die ersten landtechnischen Lehrbriefe sowie Publikationen zum Antrieb stationärer landwirtschaftlicher Maschinen (1957), zu beweglichen Antrieben in Form von Zugmaschinen, Geräteträgern und selbstfahrenden Arbeitsmaschinen und zu Hilfsantrieben (1958). Sein Arbeitsverhältnis wurde durch das Staatssekretariat für das Hoch- und Fachschulwesen 1957 mit fragwürdigen Begründungen beendet. Ruhnke war danach an der Ingenieurschule für Landtechnik Friesack tätig.

Als Kommissarischer Institutsdirektor war danach Prof. Dr. agr. habil. Herrmann Hensel eingesetzt. Er nahm diese Aufgabe neben seiner Dozentur (ab 1959 Professur) für Landwirtschaftslehre an der Veterinärmedizinischen Fakultät wahr. Die Arbeiten an den Forschungsschwerpunkten Mechanisierung der Tierproduktion, insbesondere die Bereiche Fütterung, Entmistung und Milchgewinnung konnten fortgesetzt werden. Bis Ende der 1950er Jahre ist so eine Vielzahl von Lösungen entstanden, die zu einem großen Teil in die industrielle Fertigung übernommen wurden. Dazu gehörten Entmistungseinrichtungen für Stallmist und Gülle in Form von Schleppschaukel- und Kratzerkettenelementen, Projektierungsunterlagen für die Schwemmentmistung, Elemente für gezogene und selbstfahrende Hof- und Stallarbeitsmaschinen, Futtermittelverteilfahrzeuge, fahrbare Futtertische, mobile und stationäre Krananlagen und Stalldungstreuer.

Das Institut verfügte zu der Zeit im Mittel über 20 Mitarbeiter, darunter 6 Wissenschaftler. Die landtechnische Lehre konzentrierte sich im Rahmen des Direktstudiums auf die Ausbildung von Diplomlandwirten vorrangig für den Produktionseinsatz. Zusätzliche Belastungen entstanden aus dem in Leipzig aufgenommenen Fernstudium für Landwirte, der Ausbildung von

Agrarpädagogen sowie der Qualifizierung von Absolventen, speziell für den Einsatz in der tropischen und subtropischen Landwirtschaft. Einige landtechnische Lehrabschnitte erforderten den Einsatz zusätzlicher Gastdozenten.

Aufbruch der Landtechnik im Rahmen der Landwirtschaftlichen Fakultät

Das langjährige Provisorium in der Leitung des Instituts für Landmaschinenlehre wurde am 01.04.1963 mit der Berufung von Dr. agr. Erhardt Thum beendet, der neben der landwirtschaftlichen auch eine Ingenieurausbildung hatte.



Bild 2: Prof. Dr. agr. habil. Erhardt Thum
Figure 2: Prof. Dr. agr. habil. Erhardt Thum

Erhardt Thum, 1925 als Bauernsohn in Nordböhmen geboren, wurde nach deutscher und tschechischer Schulausbildung 1943 zur Wehrmacht eingezogen und war nach Kriegsende bis 1949 in sowjetischer Kriegsgefangenschaft. Im Wechsel von Berufsausübung als Referent für Landwirtschaft/Maschineneinsatz in der Landesverwaltung Mecklenburg der MAS sowie als Agronom und Studium zum Diplolandwirt an der Universität Halle sowie zum Diplom-Ingenieur für Maschinenbau in Leipzig folgte abschließend eine wissenschaftliche Aspirantur am Institut für Landmaschinenkunde der Universität Halle. 1961 erfolgte die Promotion zum Dr. agr. auf dem Gebiet der landtechnischen Instandhaltung. Thum sah eine vordringliche Aufgabe darin, die ungenügende räumliche und personelle Ausstattung des Instituts den anstehenden Erfordernissen anzupassen. Dazu gehörte, die Lehraufgaben mit eigenem qualifizierten Personal abzusichern und den Neubau eines Institutsgebäudes anzustreben. Mit einer Denkschrift machte er 1964 auf die Notsituation in Lehre und Forschung aufmerksam. Diese Denkschrift fand Zustimmung durch den Dekan der Landwirtschaftlichen Fakultät und auch die Unterstützung der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften. 1965 entstand daraus eine Vorlage für die zuständigen zentralen Organe, mit der insbesondere der Zustand der Landtechnik-Institute an den Universitäten Berlin, Halle, Jena und Leipzig verdeutlicht wurde.

Im Ergebnis dieser Aktivitäten konnte zumindest die personelle Situation in kurzer Zeit wesentlich verbessert werden. Die Zahl der Mitarbeiter stieg in den 1960er Jahren im Mittel auf über 30, darunter 12 Wissenschaftler. Bis Ende der 1960er Jahre erfolgten 12 Promotionen und zwei Habilitationen. Außerdem absolvierten mehrere Wissenschaftler als Grundlage für ihre technisch orientierte Lehr- und Forschungstätigkeit ein maschinenbautechnisches Zusatzstudium.

Auf dem Gebiet der Forschung wurden neue Formen wirksam, die unter anderem durch Kooperationsbeziehungen mit der Landmaschinenindustrie sowie Betrieben und Einrichtungen der Landwirtschaft geprägt waren. Diese Partner stellten zusätzliche finanzielle Mittel zur Verfügung und beteiligten sich mit Bau- und Werkstattkapazitäten an den Arbeiten sowie mit Personal an Versuchsdurchführungen. Sie waren dann auch meist die Erstanwender der Ergebnisse.

So konnten auch in der Forschung beachtliche Ergebnisse erreicht werden. Dazu gehörten: Die technische Instandhaltung mit Traktorenprüfdienst, die Futterverteilung für Schweine sowie die Stallung- und Gülletechnik vom Stall bis zum Feld. Ferner die teilautomatisierte Milchgewinnung mit der Entwicklung des Physiomatik-Systems sowie der Aufbau der Lehr- und Forschungsgruppe Landtechnik in den Tropen und Einrichtung einer Landmaschinen-Teststation in Ägypten.

Das Institut für Landmaschinenlehre wurde 1965 in Institut für Landtechnik umbenannt.

Für einen Neubau lagen Zustimmung und Projekt in der Form vor, dass für die gesamte Landwirtschaftliche Fakultät am Standort Probstheida/Russenstraße ein entsprechender Komplex entstehen sollte. Die erste Ausbaustufe war für die Landtechnik, Bautechnik und Technologie vorgesehen. Die Ansiedlung aller weiteren landwirtschaftlichen Institute sollte folgen. Eine Umsetzung dieses Bauvorhabens wurde in Verbindung mit der Hochschulreform und den damit entstandenen neuen Strukturen verhindert.

Rückschläge mit der Hochschulreform nach 1970

Ende der 1960er Jahre gab es im Hochschulwesen der DDR umfassende Veränderungen, zu denen unter anderem die Auflösung der Fakultäten und Institute als Struktureinheiten und die Bildung von Sektionen und Wissenschaftsbereichen gehörte. An der Universität Leipzig entstand aus der Landwirtschaftlichen und der Veterinärmedizinischen Fakultät die Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin, die in Fach- und Wissenschaftsbereiche untergliedert war. Das frühere Institut für Landtechnik wurde als Wissenschaftsbereich „Maschinen-technik“ dem Fachbereich „Technologie“ zugeordnet.

Die für die landtechnischen Forschungsschwerpunkte auf dem Gebiet der Mechanisierung der Stallarbeiten und Milchgewinnung an sich günstige Konstellation kam jedoch nicht zur Wirkung. Eine von Tierzüchtern dominierte Sektionsleitung setzte andere Schwerpunkte und hob die bisherige Funktion und Arbeitsweise für die Landtechnik auf. Mittels politisch-ideologischer Attacken versuchte man den Ordinarius Thum in seinem Wirken zu demontieren und aus der Forschung zu verdrängen. Dem daraufhin von Thum 1972 avisierten Ausscheiden aus der Universität Leipzig wurde aber nicht stattgegeben. Die bisherigen Forschungsarbeiten reduzierten sich auf die Milchgewinnung, die Dr. agr. Wehowsky weiterführte. Der andere Teil der Landtechnik wurde dem Bereich tropische und

subtropische Landwirtschaft zugeordnet und konnte dort als Wissenschaftsbereich Landtechnik von Dr. agr. Peipp ausgebaut werden.

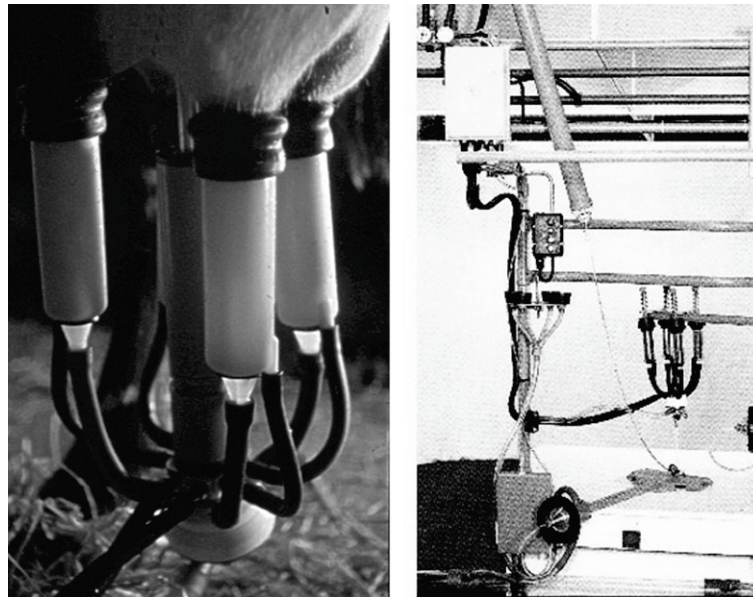


Bild 3: Kombimatik-Melkzeug am Kuheuter (links) und die automatische Nachmelk- und Melkzeugabnahmeeinrichtung (rechts)

Figure 3: Kombimatik-milking unit on cow's udder (left) and the automatic equipment for post-milking and the removal of the milking (right)

Ungeachtet der eingeschränkten Bedingungen in der Forschung wurde unter der Regie von Thum die landtechnische Ausbildung der Studenten der Landwirtschaftswissenschaften und Veterinärmedizin unter räumlich begrenzten Bedingungen relativ stabil gesichert. Dabei musste gelegentlich auch auf Gastdozenten zurückgegriffen werden. Durch die dynamische Entwicklung der Landtechnik, vor allem auch der Tierproduktion, war eine ständige Aktualisierung der Lehrprogramme und -materialien erforderlich. Dazu hat dieser Bereich unter anderem eine geschlossene Reihe von Lehrbriefen erstellt. 1985 erschien das unter Federführung von Thum erarbeitete Hochschullehrbuch „Maschinen und Anlagen der Tierproduktion“. Vertreten wurde die Landtechnik durch Thum als Mitglied im Forschungsrat der DDR, in den Beiräten der Ministerien für Wissenschaft und Technik sowie Hoch- und Fachschulwesen und der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften.

Die in den 1960er Jahren am Institut für Landtechnik erzielten Forschungsergebnisse zur Mechanisierung der Milchgewinnung kamen als erstes teilautomatisiertes Melksystem (mechanisiertes Anrüsten und milchstromabhängiges Nachmelken sowie Abschalten am Milchflussende) bei den IMPULSA-Fischgräten- und Karussellmelkanlagen unter der Bezeichnung „Physiomatik“ in der DDR zur breiten Anwendung. In den 1970er Jahren fanden diese Leistungen zunächst keine Fortsetzung. Zur Überwindung der Situation wurde Ende der 1970er Jahre unter Leitung von Prof. Thum eine Applikations- und Forschungsgruppe „Automatisierung der Milchgewinnung“ geschaffen. Ein wichtiges Ergebnis der Arbeit von Thum war das Melksystem „Kombimatik“, das erstmalig eine Teilautomatisierung des Melkens auch bei Rohrmelkanlagen ermöglichte. Es umfasste das Stimulieren des Milchejektionsreflexes mittels alternierender Pulsationsfrequenz und statt des Nachmelkens ein milchstromabhängiges Ausmelken und Abschalten. Dieses APF-Verfahren wurde Standard-

element der in der Folgezeit vom Anlagenbau IMPULSA Elsterwerda gefertigten Melkanlagen.

Die räumlichen Bedingungen konnten erst Ende der 1980er Jahre durch das Aufsetzen einer zweiten Etage auf den barackenartigen Basisbau etwas verbessert werden. Prof. Dr. agr. habil. Dipl.-Ing. Erhardt Thum wurde zum 31.08.1990 planmäßig emeritiert.

Nachgeschichte

In Folge der politischen Veränderungen wurde bereits im April 1990 die Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin der Universität Leipzig aufgelöst und damit das Ende der Agrarwissenschaften an der Universität Leipzig eingeleitet. Thum hatte als Vorsitzender des Ältestenrates der Sektion am 24.04.1990 diese historische Amtshandlung zu leiten.



Bild 4: Institut für Landtechnik (Hofseite) in der Johannisallee 19 im Jahr 1992

Figure 4: Institute of Agricultural Engineering (courtyard) in the Johannisallee 19 in 1992

Zuvor war Prof. Dr. agr. habil. Fritz Tröger von der Sektionsleitung auf den noch nicht vakanten Lehrstuhl für Landtechnik berufen worden. Als Landwirtschaftswissenschaftler war es Tröger nicht gelungen, die Landtechnik unter den veränderten Bedingungen an der Universität Leipzig zu erhalten, so dass er bis 1993 vor allem mit der Auflösung dieser Einrichtung befasst war. Diese Aufgabe wurde von Prof. Dr. agr. habil. Gerhard Schleitzer bis zum endgültigen Ende im Jahre 1996 fortgesetzt.

Literatur

- [1] Lohr, H.: Abriss der Geschichte des Wissenschaftsbereichs Maschinentechnik. Leipzig 1984. Universitätsarchiv Leipzig.
- [2] Leipziger Ökonomische Societät e. V.: Otto Rosenkranz – Wegbereiter der modernen Landwirtschaft. Leipziger Universitätsverlag 2011.
- [3] Thum, E.: Traktorenprüfdienst. Landwirtschaftsverlag, Berlin 1963
- [4] Gruner, u.a.: Zur Nutzung der Landtechnischen Institute bei den Universitäten für die Sicherung des Vorlaufes landtechnischer Forschung und der landtechnischen Ausbildung; Vorlage der Sektion Landtechnik der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften. Berlin 1965.
- [5] Thum, E.: Beitrag zur Geschichte der Landtechnik-Wissenschaft an der Universität Leipzig, 2012. Universitätsarchiv Leipzig: NA Thum, Erhardt 01-03
- [6] Kilian, J., u.a.: Zur Entwicklung der Wissenschaftsdisziplin "Technologie" und ihrer Anwendung in der industriemäßigen Tierproduktion. Agrartechnik 25 (1975), H. 4, S. 192-195.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Kromholz, Klaus: Ein wechselvolles Jahrhundert landtechnischer Ausbildung und Forschung an der Universität Leipzig. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2014. - S. 1-10

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055036>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/151.html>